2a

VWO | GYMNASIUM

biologie voor jou

HANDBOEK

bvj

MAX METHODE BIOLOGIE

NAAM:

KLAS:

MALMBERG

2a

VWO | GYMNASIUM
biologie voor jou
HANDBOOK

bvj

BIOLOGIE VOOR DE ONDERBOUW
VWO | GYMNASIUM

AUTEURS
ARTEUNIS BOS
ONNO KALVERDA
RUUD PASSIER
HANS RAWEE
RIK SMALE
GERARD SMITS
BEN WAAS

ZEVENDE EDITIE
MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Het biologieboek dat voor je ligt, is deel 2a van 'Biologie voor jou'. Hoe het boek precies in elkaar zit, kun je zien als je het doorbladert. We hebben dit boek zó geschreven, dat je er zelfstandig mee kunt werken.
Je kunt op hulp van je docent rekenen als je die nodig hebt.
Bij dit boek hoort een werkboek, een antwoordenboek en een methodesite. Op de methodesite vind je een digitale versie van het werkboek en/of handboek. Daarnaast is er de mogelijkheid om digitaal te oefenen (inclusief diagnostische toetsing).

WERKEN MET BIOLOGIE VOOR JOU

De onderwerpen die in dit boek staan, noemen we thema's. Elk thema begint met een inleiding. Hierin staat kort beschreven wat je in het thema kunt verwachten.
Elk thema bestaat uit de volgende onderdelen:
- Basisstof
- Extra basisstof
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstof

Hierna kun je lezen hoe je met deze onderdelen moet werken.

BASISSTOF

In de basisstof staan teksten en afbeeldingen die je gaat lezen. Je komt dan vanzelf een verwijzing tegen naar opdrachten die in het werkboek staan. Bijvoorbeeld:

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 4

Deze opdrachten maak je in je werkboek.
Aan het einde van de basisstof staat soms een keuzeopdracht. Je hoort van je docent of je deze keuzeopdracht moet maken.
Als je de opdrachten hebt gemaakt, word je terugverwezen naar het handboek. Bijvoorbeeld:

HB BASISSTOF 2 BLZ. 10

Soms moet je bij een opdracht gebruikmaken van internet.

Bij sommige opdrachten heb je een knipblad nodig. Deze knipbladen zitten in het werkboek. Het is handig als je zelf een schaar en een plakstift hebt. Naast je gewone schrijfmaterialen heb je een tekenpotlood (HB) nodig en kleurpotloden. Met het antwoordenboek kun je zelf de gemaakte opdrachten nakijken.

EXTRA BASISSTOF

Aan het einde van de basisstof staat de extra basisstof. Als je de basisstof klaar hebt, hoor je van je docent of je de extra basisstof moet gaan maken. De gemaakte opdrachten uit de extra basisstof kun je nakijken met het antwoordenboek.

SAMENVATTING

In de samenvatting is kort weergegeven wat je hebt geleerd in de basisstof en (eventueel) in de extra basisstof. Je moet dit 'kennen en kunnen' voor een proefwerk.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je nagaan of je alles 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. De diagnostische toets kun je nakijken met het antwoordenboek.
De diagnostische toets kun je ook maken op de methodesite. Je krijgt dan meteen te zien of je de vragen goed hebt beantwoord.

VERRIJKINGSSTOF

Als je alles 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat, kun je aan de verrijkingsstof beginnen. De verrijkingsstof bestaat uit onderdelen waaruit je kunt kiezen. Je hoeft niet alle onderdelen te maken; je hoort van je docent hoeveel je er moet kiezen. Op de methodesite staan nog meer verrijkingsstofonderdelen.
De opdrachten van de verrijkingsstof die in het werkboek staan, kun je met het antwoordenboek nakijken.

We hopen dat je met veel plezier met dit boek zult werken.

De auteurs

Inhoud

Thema 1
Verbranding en ademhaling

BASISSTOF 8

1 Wat is verbranding? 8
2 Verbranding in organismen 10
3 Ademhaling bij dieren 13
4 Het ademhalingsstelsel bij mensen 16
5 Ademhalen 21
6 Gezonde luchtwegen 23
7 Roken 27

EXTRA BASISSTOF 30

8 De stembanden 30
9 Vitale capaciteit 31

SAMENVATTING 32

DIAGNOSTISCHE TOETS 35

VERRIJKINGSSTOF 43

1 De ademhaling bij vogels 43
2 Geluiden van dieren 44
3 Winterslaap 45

Thema 2
Voeding en vertering

BASISSTOF 48

1 Voedsel 48
2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen 50
3 Voedsel conserveren 54
4 Gezonde voeding 57
5 Nadenken over eten 62
6 Het gebit 67
7 Het verteringsstelsel 72
8 Voeding en vertering bij zoogdieren 78

EXTRA BASISSTOF 80

9 De werking van enzymen 80
10 Voedselallergie en voedselintolerantie 81

SAMENVATTING 83

DIAGNOSTISCHE TOETS 88

VERRIJKINGSSTOF 96

1 Productinformatie 96
2 Vetten in je voeding 97
3 Het verteringsstelsel van een koe 98

Thema 3
De bloedsomloop

BASISSTOF 102

1 Bloed 102
2 De bloedsomloop 106
3 Het hart 108
4 De bloedvaten 112
5 Hart- en vaatziekten 116
6 Weefselvloeistof en lymfe 120
7 Uitscheiding 122
8 Immuunsysteem 124
9 Alcohol en drugs 127

EXTRA BASISSTOF 131

10 Bloedstolling 131
11 Bloedgroepen en bloedtransfusie 132

SAMENVATTING 135

DIAGNOSTISCHE TOETS 140

VERRIJKINGSSTOF 149

1 De bloeddruk meten 149
2 Elektrocardiogram (ECG) 150
3 Resusfactor 151

Thema 4
Voortplanting

BASISSTOF 156

1 Je verandert ... 156
2 Het voortplantingsstelsel van een man 161
3 Het voortplantingsstelsel van een vrouw 164
4 Menstruatie 169
5 Seksualiteit 171
6 Geboorteregeling 174
7 Zwangerschap en geboorte 179
8 Seksueel overdraagbare aandoeningen 185
9 Andere manieren van geboorteregeling 190

EXTRA BASISSTOF 194

10 Andere seksueel overdraagbare aandoeningen 194
11 In-vitrofertilisatie 196

SAMENVATTING 198

DIAGNOSTISCHE TOETS 202

VERRIJKINGSSTOF 210

1 Onderzoeken vergelijken 210
2 Voortplanting bij dieren 211
3 De bijsluiter van de pil 213

REGISTER 214

1 Verbranding en ademhaling

BASISSTOF

1 Wat is verbranding? 8
2 Verbranding in organismen 10
3 Ademhaling bij dieren 13
4 Het ademhalingsstelsel bij mensen 16
5 Ademhalen 21
6 Gezonde luchtwegen 23
7 Roken 27

EXTRA BASISSTOF

8 De stembanden 30
9 Vitale capaciteit 31

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting 32
Diagnostische toets 35

VERRIJKINGSSTOF

1 De ademhaling bij vogels 43
2 Geluiden van dieren 44
3 Winterslaap 45

Dit thema heet: Verbranding en ademhaling. In je lichaam vindt verbranding plaats. Dat merk je: je lichaam voelt warm aan. In dit thema leer je wat verbranding is.
Voor de verbranding in je lichaam is zuurstof nodig. Zuurstof is een gas dat in de lucht voorkomt. Als je inademt, neem je zuurstof op uit de lucht. Als je uitademt, geef je een gas af aan de lucht: koolstofdioxide. Het opnemen en afgeven van gassen noemen we gaswisseling.
Ademhaling vindt plaats in je ademhalingsstelsel. In dit thema leer je hoe de ademhaling in zijn werk gaat.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Wat is verbranding?

▼ **Afb. 1** Veel auto's hebben benzine nodig om te rijden.

De meeste auto's rijden op benzine (zie afbeelding 1). Benzine is een **brandstof**. In de motor wordt de benzine verbrand. Hierbij komt energie vrij in de vorm van **beweging** en **warmte**. Bij de verbranding verdwijnt de brandstof en ontstaan er nieuwe stoffen. De stoffen die ontstaan bij verbranding noemen we **verbrandingsproducten**. Door de verbranding in een automotor verdwijnt de benzine en ontstaan uitlaatgassen. Uitlaatgassen zijn verbrandingsproducten. Sommige auto's rijden op alternatieve brandstoffen (zie afbeelding 2).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 6

▼ **Afb. 2**

Alternatieve brandstoffen

De meeste auto's rijden op benzine, diesel of lpg. Dit zijn allemaal brandstoffen die worden gemaakt uit aardolie. Steeds meer mensen realiseren zich dat aardolie in de toekomst op zal raken. Ook veroorzaken de verbrandingsproducten milieuproblemen. Een van de verbrandingsproducten is koolstofdioxide. De toename van koolstofdioxide in de atmosfeer wordt door heel veel mensen gezien als een groot probleem. Om ervoor te zorgen dat we auto kunnen blijven rijden, heeft de regering maatregelen genomen om het gebruik van zuinige auto's te stimuleren. Zo zijn er elektrische auto's te koop en auto's die rijden op groengas. Een groot deel van de elektriciteit wordt in elektriciteitscentrales geproduceerd uit brandstoffen zoals aardgas, aardolie en steenkool. Groengas wordt gemaakt van onder andere tuinafval en belast volgens de gebruikers het milieu het minst.

▼ **Afb. 3** Kalkwater.

1 helder kalkwater

2 troebel kalkwater

VERBRANDING BIJ EEN KAARS

Bij het branden van een kaars komt energie vrij in de vorm van **licht** en **warmte**. Het kaarsvet verdwijnt en er ontstaan verbrandingsproducten. In opdracht 1 heb je gezien dat de kaars uitgaat als je er een potje overheen zet. Dit komt doordat voor de verbranding ook **zuurstof** nodig is.
Bij de verbranding ontstaan **water** en **koolstofdioxide**. Dat er water ontstaat, heb je kunnen zien aan het beslaan van de binnenkant van het jampotje. In deel 1 heb je geleerd dat koolstofdioxide een gas is dat in de lucht voorkomt. Het koolstofdioxide dat bij de verbranding ontstaat, kun je aantonen met een proef. Een stof waarmee je een andere stof aantoont, heet een **indicator**. Helder kalkwater is de indicator voor koolstofdioxide (zie afbeelding 3).

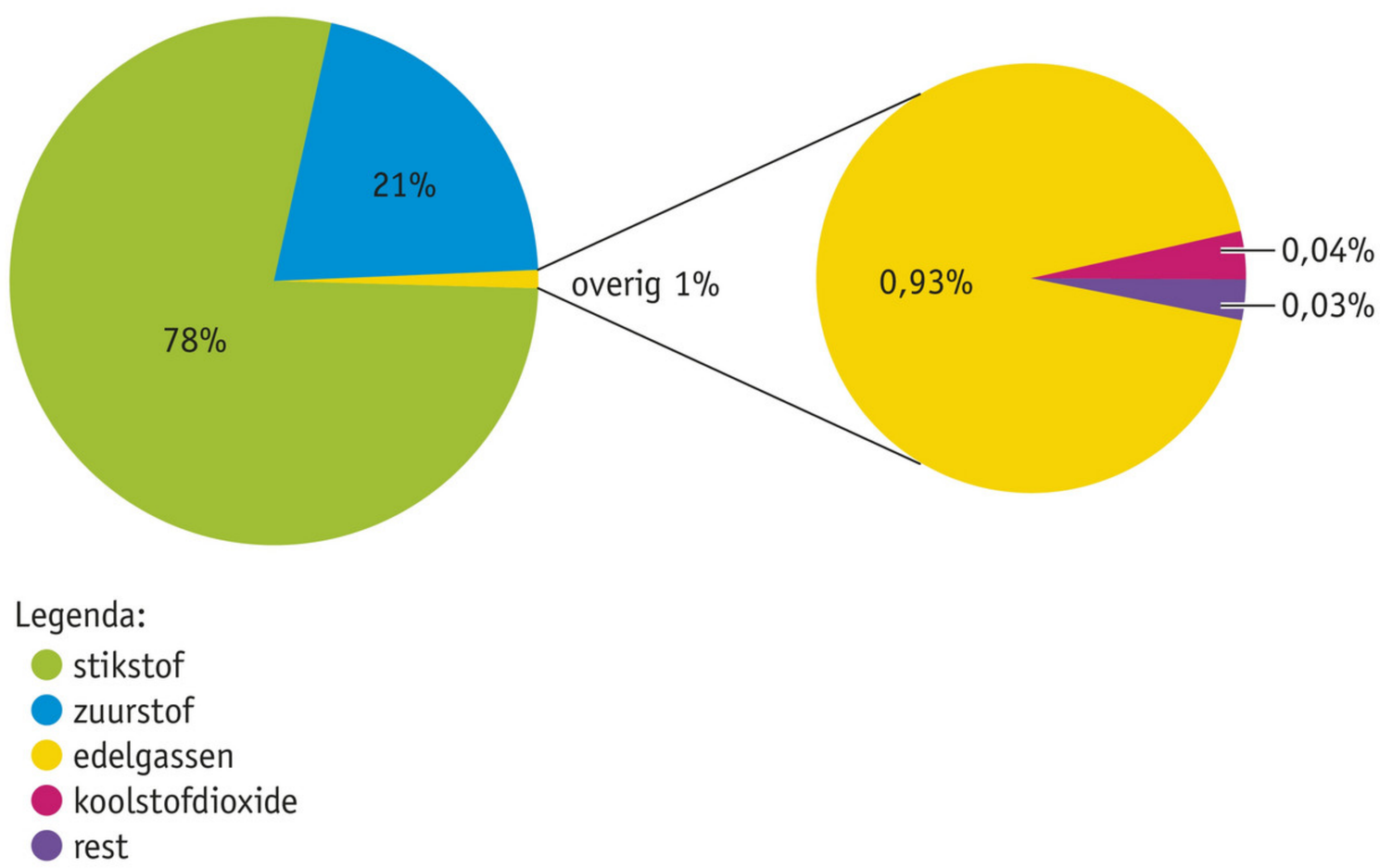
WB OPDRACHT 3 EN 4 BLZ. 7

INGEADEMDE EN UITGEADEMDE LUCHT

Organismen hebben energie nodig en bij verbranding komt energie vrij. Zou de energie die nodig is bij organismen ook door verbranding uit een brandstof vrijkomen? Als in je lichaam ook verbranding plaatsvindt, heeft je lichaam zuurstof nodig en zal het koolstofdioxide afgeven. In opdracht 5 en 6 ga je dit onderzoeken door ingeademde lucht te vergelijken met uitgeademde lucht.
Lucht die je inademt, bestaat vooral uit stikstof en zuurstof. Verder komen in de lucht zogenoemde edelgassen voor en een klein beetje koolstofdioxide. Lucht bevat ook altijd waterdamp, maar de hoeveelheid water kan sterk verschillen. Bij warm, vochtig weer bevat de lucht veel meer waterdamp dan bij koud, droog weer. Daarom wordt vaak de samenstelling van droge lucht weergegeven (zie afbeelding 4).

WB OPDRACHT 5 T/M 7 BLZ. 8

▶ **Afb. 4** De samenstelling van droge lucht.



2 Verbranding in organismen

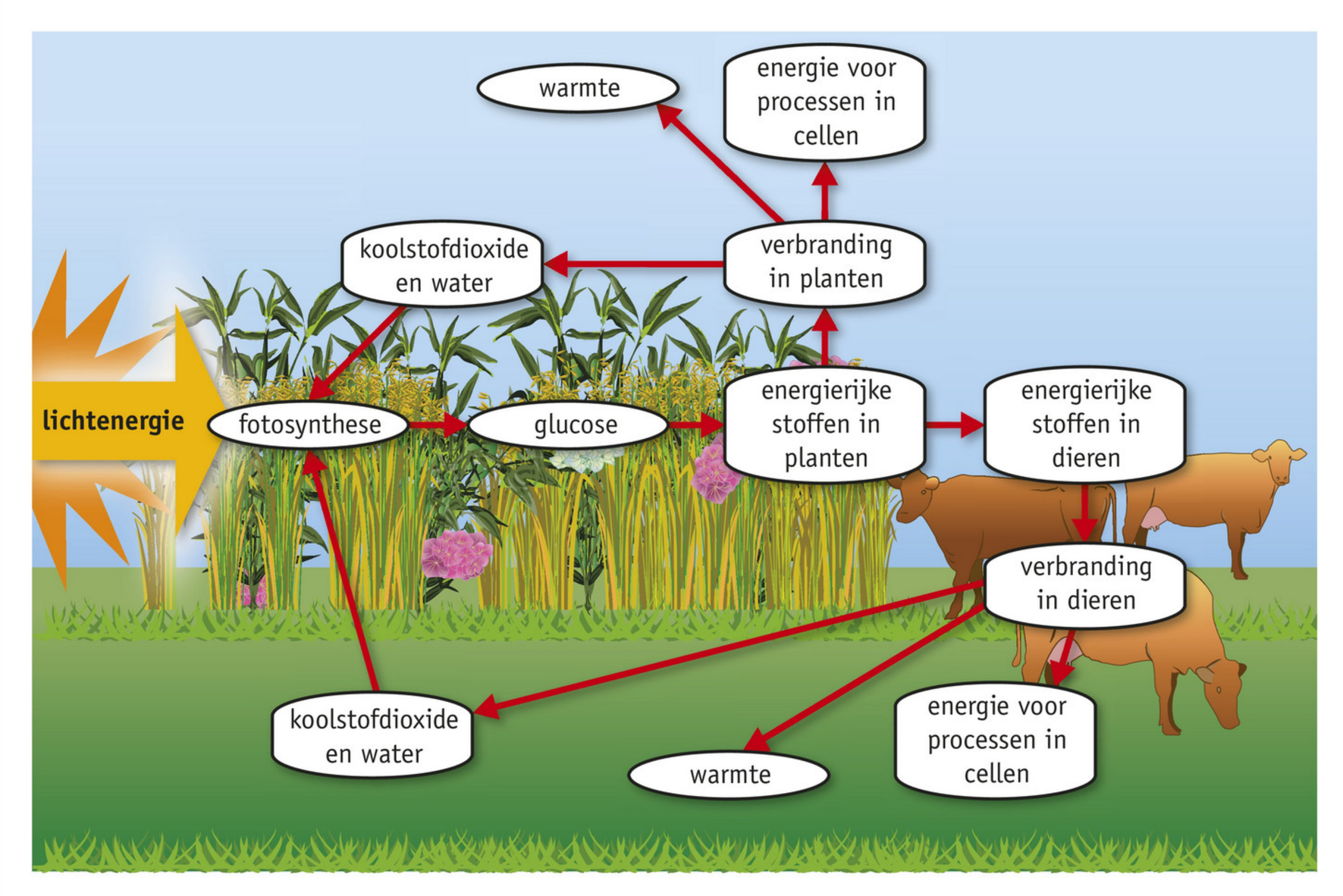
In basisstof 1 heb je geleerd dat bij verbranding een brandstof verdwijnt en er water en koolstofdioxide ontstaan. Je hebt aangetoond dat je lichaam zuurstof uit de lucht opneemt en koolstofdioxide afgeeft. Net als bij de verbranding van een kaars ontstaat er ook water en warmte. Dit kun je zien als je ingeademde lucht vergelijkt met uitgeademde lucht (zie tabel 1).
In je lichaam vindt dus ook verbranding plaats, maar de verbranding in je lichaam gaat langzamer dan bij een kaars of in de motor van een auto. Er is geen vlam te zien of explosie te horen.

▼ **Tabel 1** Verschillen tussen ingeademde en uitgeademde lucht.

	Ingeademde lucht	Uitgeademde lucht
Stikstof	78%	78%
Zuurstof	21%	16%
Edelgassen	1%	1%
Koolstofdioxide	0,04%	5%
Waterdamp	weinig	veel
Temperatuur	laag	hoog

Verbranding vindt plaats in elke cel van je lichaam. Verbranding vindt voortdurend plaats: dag en nacht. Zonder verbranding gaat een cel dood. Dit geldt niet alleen voor de cellen van een mens, maar voor alle levende cellen van alle organismen. Dit komt doordat door de verbranding energie vrijkomt die nodig is voor alle processen in een cel. Als er geen energie meer is, stoppen de processen en gaat de cel dood.

▼ **Afb. 5** Alle organismen hebben energie nodig.



Voor de verbranding in je lichaam is brandstof nodig. De meest gebruikte brandstof in cellen is **glucose**. In deel 1 heb je geleerd dat glucose in planten ontstaat bij de fotosynthese. Voor fotosynthese is behalve koolstofdioxide en water, ook energie in de vorm van licht nodig. De glucose die ontstaat, is dan ook een **energierijke stof**. Ook heb je geleerd dat planten uit glucose allerlei andere stoffen maken. Veel van deze stoffen zijn ook energierijk. Mensen en dieren leven van deze stoffen.
De cellen van ons lichaam gebruiken energierijke stoffen als brandstof. Sommige stoffen worden daartoe eerst in glucose omgezet. Tijdens de verbranding komt dan energie vrij om de processen in onze cellen te laten plaatsvinden (zie afbeelding 5).

ENERGIE

Energie heb je nodig om iets te kunnen doen. Je hebt bijvoorbeeld energie nodig om je lichaam te bewegen, om warm te blijven en om te groeien. Hierbij gaat de energie van de ene vorm over in een andere vorm. De energie in glucose verdwijnt niet, maar wordt omgezet in beweging en warmte. De warmte geef je af aan je omgeving en daar kunnen we niets meer mee doen.
Als je actiever wordt, bijvoorbeeld omdat je gaat sporten, heb je meer energie nodig. Vooral in je spieren wordt dan meer glucose verbrand. Om dit te kunnen, moet er voldoende glucose en zuurstof zijn. Ook neemt de hoeveelheid afvalstoffen in de spiercellen toe.
Hoe actiever je bent, hoe meer energie je lichaam nodig heeft. Deze energie haal je uit het voedsel. De hoeveelheid energie druk je uit in joule (spreek uit: zjoel) of kilojoule (kJ = 1000 joule). Bij veel levensmiddelen staat op de verpakking hoeveel energie het voedingsmiddel kan leveren (zie afbeelding 6). Vaak wordt het ook aangegeven met kilocalorie (kcal). Kcal is een oude eenheid voor energie.

▼ **Afb. 6**

KOUDBLOEDIG EN WARMBLOEDIG

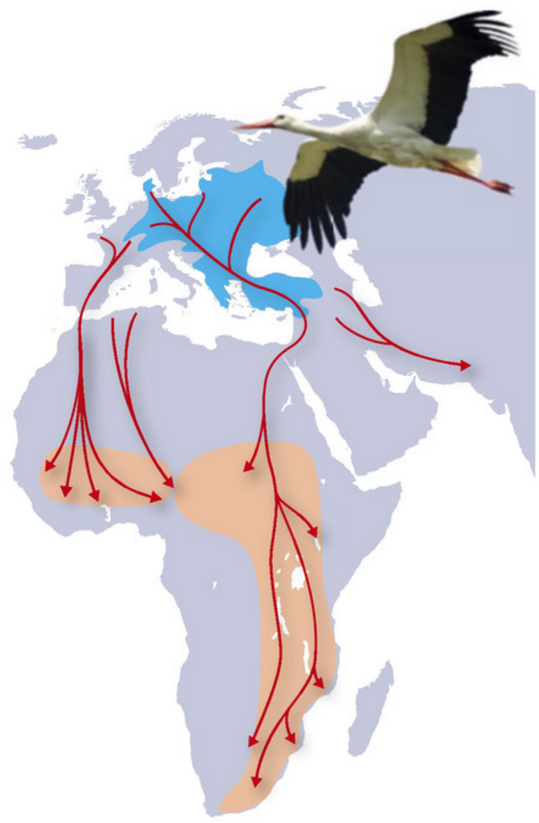
In deel 1 heb je geleerd dat er koudbloedige en warmbloedige dieren zijn. Bij **koudbloedige dieren** is de lichaamstemperatuur ongeveer gelijk aan de temperatuur van de omgeving waarin het dier leeft. De lichaamstemperatuur is dan niet altijd hetzelfde. Bij **warmbloedige dieren** is de lichaamstemperatuur altijd hetzelfde (constant). De meeste dieren zijn koudbloedig. Alleen vogels en zoogdieren zijn warmbloedig.
De verbranding in cellen is afhankelijk van de temperatuur. Hoe hoger de lichaamstemperatuur is, hoe meer verbranding er plaatsvindt. Als de temperatuur van de omgeving laag is, is ook de lichaamstemperatuur van koudbloedige dieren laag. Er vindt dan weinig verbranding plaats in hun lichaam. Als er weinig verbranding is, komt er ook weinig energie beschikbaar. Bij koud weer zijn koudbloedige dieren dan ook niet erg actief.

▶ **Afb. 7** Een kikker is koudbloedig.

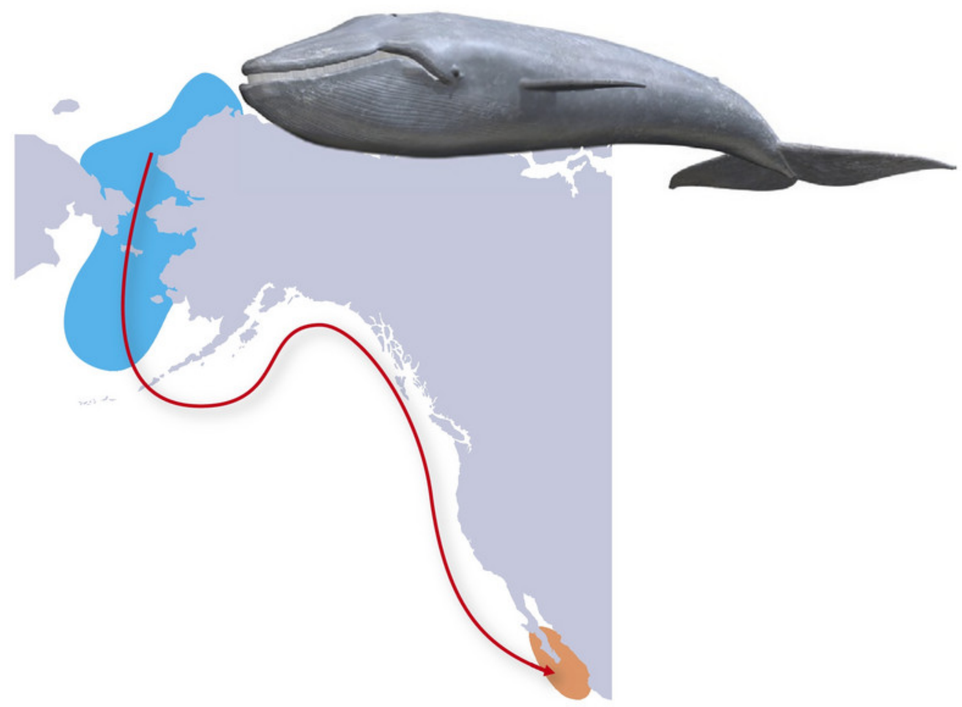
1 in de zomer actief

2 in de winter passief

▶ **Afb. 8** Trekroutes.



1 van de ooievaar



2 van de grijze walvis

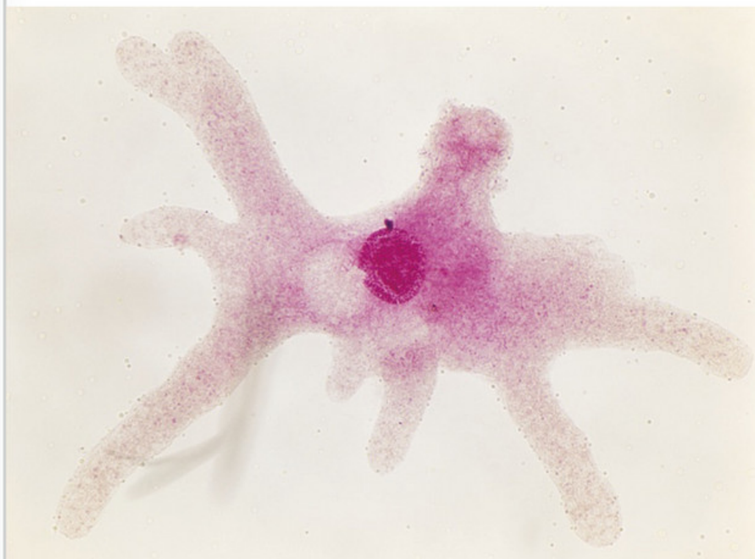
Veel koudbloedige dieren houden in de winter een **winterslaap**. Kikkers bijvoorbeeld kruipen weg in de modder van een sloot of plas en houden daar een winterslaap. Het lijkt dan alsof de dieren dood zijn. Je kunt het vergelijken met bewusteloosheid.

Vogels en zoogdieren zijn minder afhankelijk van de temperatuur van de omgeving. Wel moet er in hun lichaam extra verbranding plaatsvinden om het lichaam op temperatuur te houden. Door hun constante lichaamstemperatuur zijn ze ook altijd even actief en niet afhankelijk van hun omgevingstemperatuur.
Warmbloedige dieren hebben isolatiemiddelen voor het constant houden van hun lichaamstemperatuur. Zoogdieren hebben een vetlaag onder de huid en een dikke vacht van haren. Vogels hebben ook een vetlaag onder de huid en een dik verenpak. Door deze isolatiemiddelen kunnen vogels en zoogdieren ook in koude omgevingen overleven.
Veel vogels trekken in de herfst weg naar warmere streken (zie afbeelding 8.1). Ook zoogdieren kunnen wegtrekken. Walvissen bijvoorbeeld trekken in de herfst naar warmere wateren (zie afbeelding 8.2).
Sommige zoogdieren houden een winterslaap, zoals egels en vleermuizen. Tijdens de winterslaap daalt de temperatuur van de dieren en hebben ze een lagere energiebehoefte.

WB OPDRACHT 8 T/M 10 BLZ. 13

3 Ademhaling bij dieren

▼ **Afb. 9** Een amoebe (gekleurd, 28×).



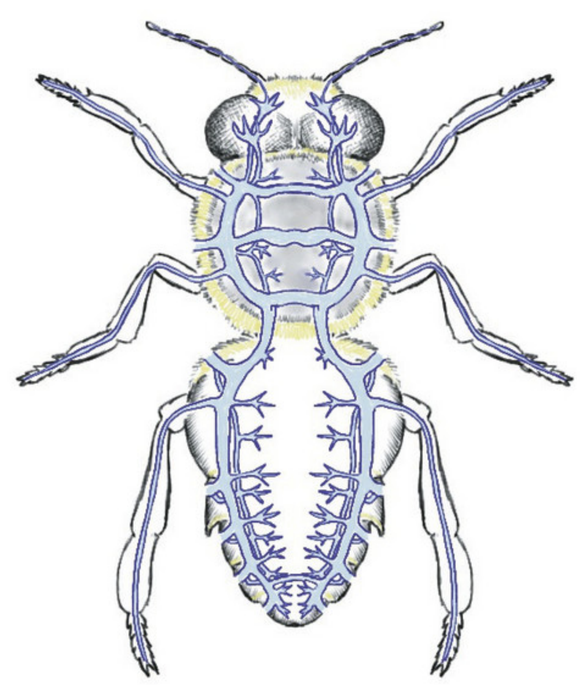
Alle organismen nemen stoffen uit hun milieu op en geven stoffen aan hun milieu af. Het maakt hierbij niet uit of het organisme uit één of uit heel veel cellen bestaat. In deel 1 heb je geleerd dat een amoebe een eencellig organisme is (zie afbeelding 9). Bij eencellige organismen vindt gaswisseling plaats via het celmembraan. Het oppervlak van het celmembraan is groot genoeg om voldoende zuurstof te kunnen opnemen en voldoende koolstofdioxide te kunnen afgeven. Eencellige dieren hebben dan ook geen speciale ademhalingsorganen.

Bij dieren die uit veel cellen bestaan, is het oppervlak van het lichaam niet groot genoeg om voldoende zuurstof te kunnen opnemen en voldoende koolstofdioxide te kunnen afgeven. Bovendien is bij veel dieren de huid ondoorlaatbaar. Veel dieren hebben speciale ademhalingsorganen, waarmee ze zuurstof opnemen en koolstofdioxide afgeven. Voorbeelden van deze organen zijn tracheeën, kieuwen en longen.

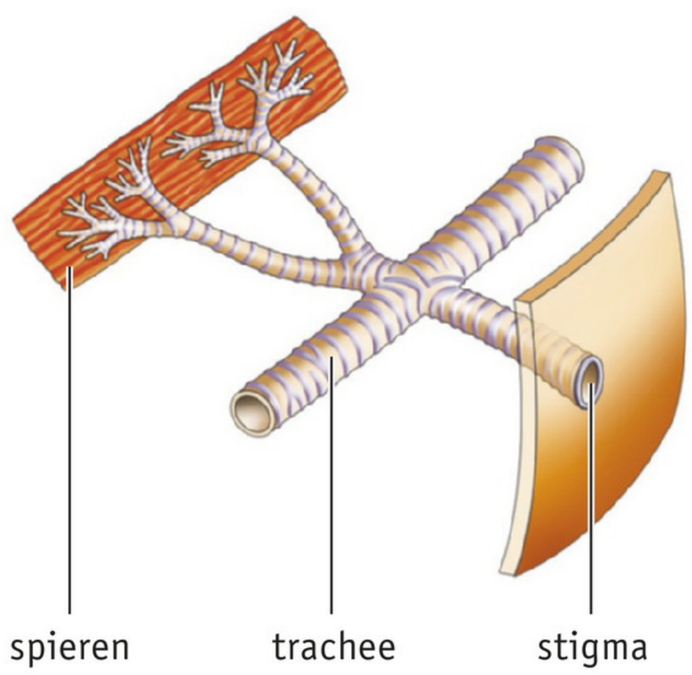
TRACHEEËN

Insecten hebben tracheeën. **Tracheeën** zijn sterk vertakte buisjes in het lichaam van een insect (zie afbeelding 10). Via openingen komt lucht in het tracheeënstelsel. Deze openingen heten **stigma's**. De fijne vertakkingen van de tracheeën eindigen overal in het lichaam. Alle vertakkingen samen hebben een groot oppervlak, zodat de gaswisseling snel plaatsvindt.
Bij veel soorten insecten bevinden de stigma's zich vooral in het achterlijf. Door pompende bewegingen te maken, verversen deze insecten de lucht in de tracheeën.
Bij bepaalde soorten insecten, zoals steekmuggen, ontwikkelen de larven en poppen zich in het water. Deze larven en poppen hebben uitsteeksels, waardoor het tracheeënstelsel in contact blijft staan met de lucht.

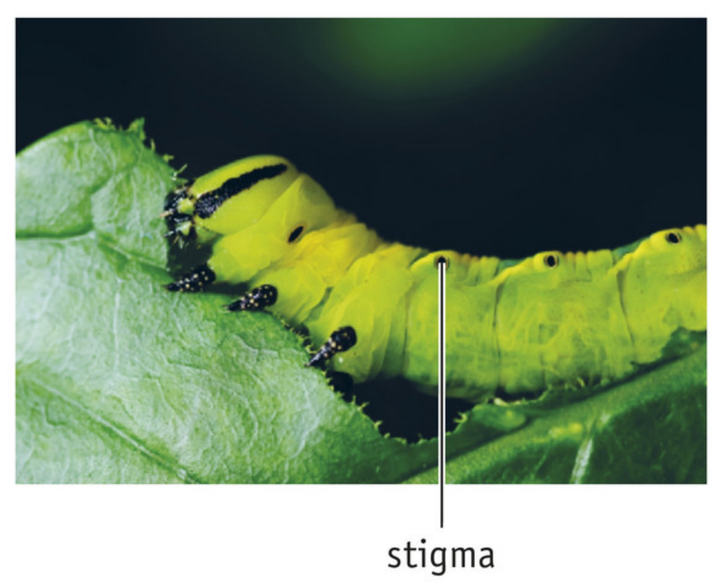
▼ **Afb. 10** Tracheeën bij een insect.



1 tracheeënstelsel (schematisch)



2 trachee met vertakkingen (schematisch)

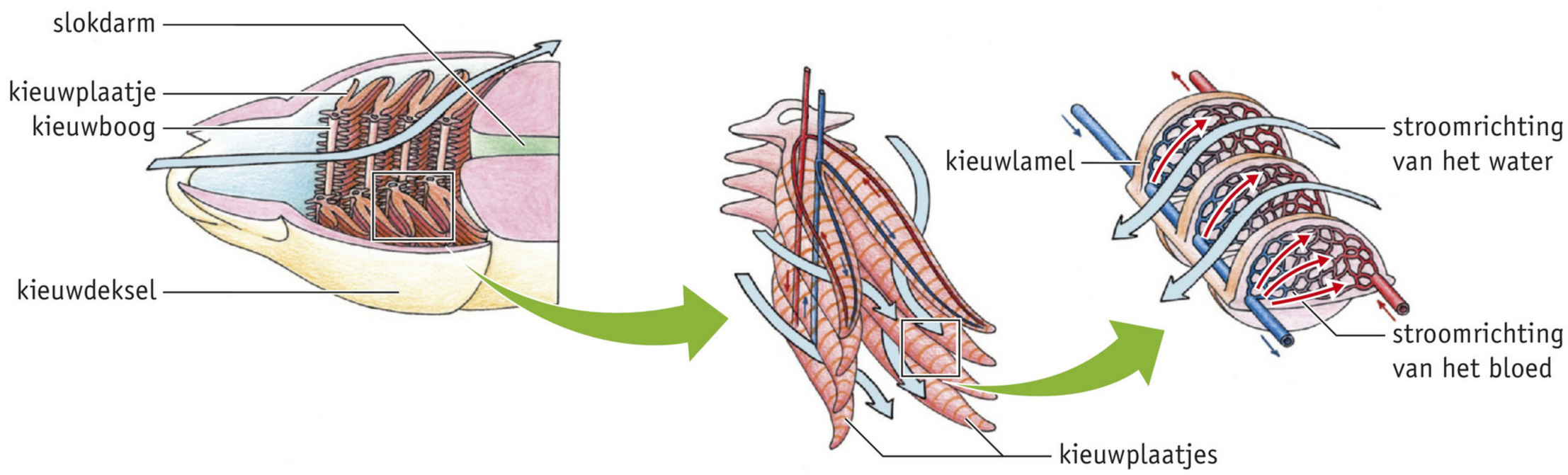


3 stigma bij een rups

KIEUWEN

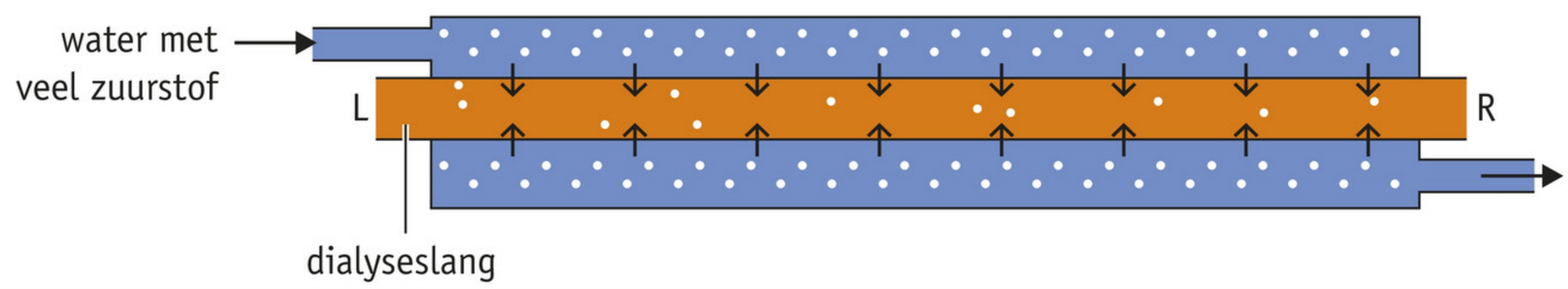
Veel dieren die in het water leven, hebben kieuwen waarmee ze zuurstof opnemen en koolstofdioxide afgeven. Bij vissen liggen de kieuwen in de **kieuwholte** (zie afbeelding 11). Als vissen ademen, nemen ze water in hun bek. Daarna sluit de bek, gaat het **kieuwdeksel** open en stroomt het water langs de kieuwen weer naar buiten.

▼ **Afb. 11** Kieuwen van een vis (schematisch).



Kieuwen bestaan uit **kieuwbogen** met daarop een groot aantal **kieuwplaatjes**. Op de kieuwplaatjes bevinden zich dunne **kieuwlamellen** met daarin een netwerk van bloedvaten. Het oppervlak van alle kieuwlamellen samen is groot, waardoor de opname van zuurstof en de afgifte van koolstofdioxide snel kan verlopen. De stroomrichting van het bloed in de bloedvaten is tegenovergesteld aan de stroomrichting van het water (zie afbeelding 11). Dit is een voorbeeld van het **tegenstroomprincipe**. Het tegenstroomprincipe komt op allerlei plaatsen voor waar stoffen (of warmte) worden uitgewisseld. Door het tegenstroomprincipe gaat de uitwisseling van stoffen beter dan wanneer de stoffen in dezelfde richting bewegen.

▼ **Afb. 12**

ONDERZOEK	HET TEGENSTROOMPRINCIPE
Probleemstelling	Gaat de uitwisseling van stoffen het snelst als de stoffen in dezelfde richting of in tegenovergestelde richting langs elkaar stromen?
Hypothese	De uitwisseling gaat het snelst als de stoffen in tegenovergestelde richting langs elkaar stromen.
Experiment	In een buis wordt een dialyseslang gedaan. De wand van een dialyseslang is erg dun en er kunnen stoffen doorheen. In de afbeelding hierna is dit schematisch weergegeven. Van linksboven naar rechtsonder laat men water met veel zuurstof door de buis stromen. Door de dialyseslang kan water van links naar rechts of van rechts naar links stromen. Tijdens het eerste experiment laat men water zonder zuurstof van links naar rechts door de dialyseslang stromen. Vervolgens wordt de hoeveelheid zuurstof in het water bij R gemeten. Tijdens het tweede experiment laat men water zonder zuurstof van rechts naar links door de dialyseslang stromen. Nu wordt de hoeveelheid zuurstof in het water bij L gemeten. 
Resultaat	Bij het tweede experiment wordt bij L meer zuurstof in het water gemeten dan in het eerste experiment bij R.
Conclusie	Bij het tegenstroomprincipe gaat de uitwisseling van stoffen sneller dan wanneer stoffen in dezelfde richting langs elkaar stromen.

Het effect van het tegenstroomprincipe kun je nagaan door twee experimenten (zie afbeelding 12). Bij experiment 1 stroomt het bloed in het bloedvat in dezelfde richting als het water. Bij experiment 2 stroomt het bloed in tegengestelde richting. De hoeveelheid zuurstof is met getallen weergegeven.

▶ **Afb. 13** Walvissen halen adem met longen.

LONGEN

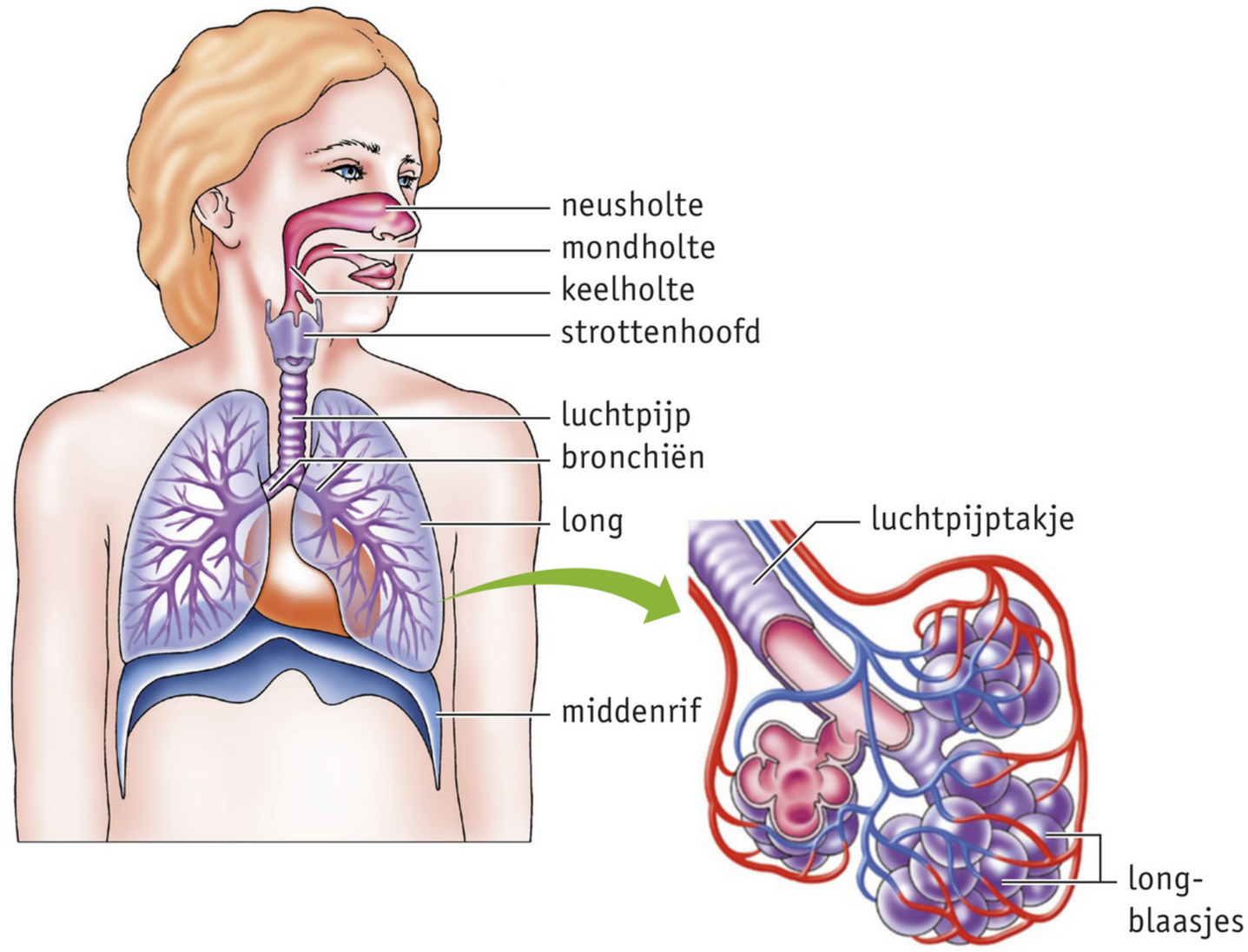
Volwassen amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren ademen via **longen**. Ook bij reptielen en zoogdieren die in het water leven, vinden de opname van zuurstof en de afgifte van koolstofdioxide in de longen plaats. Deze dieren moeten dan ook regelmatig naar het wateroppervlak om adem te halen (zie afbeelding 13).

WB OPDRACHT 11 T/M 14 BLZ. 15

4 Het ademhalingsstelsel bij mensen

In afbeelding 14 is het ademhalingsstelsel van de mens schematisch getekend. Tijdens een inademing gaat lucht via de **neusholte** of **mondholte** naar de **keelholte**. Vervolgens stroomt de lucht langs het **strottenhoofd** de **luchtpijp** in. De luchtpijp vertakt zich in twee **bronchiën**, die zich vervolgens vertakken in steeds kleinere buisjes: de **luchtpijptakjes**. Aan het einde van de luchtpijptakjes bevinden zich trosjes **longblaasjes**.

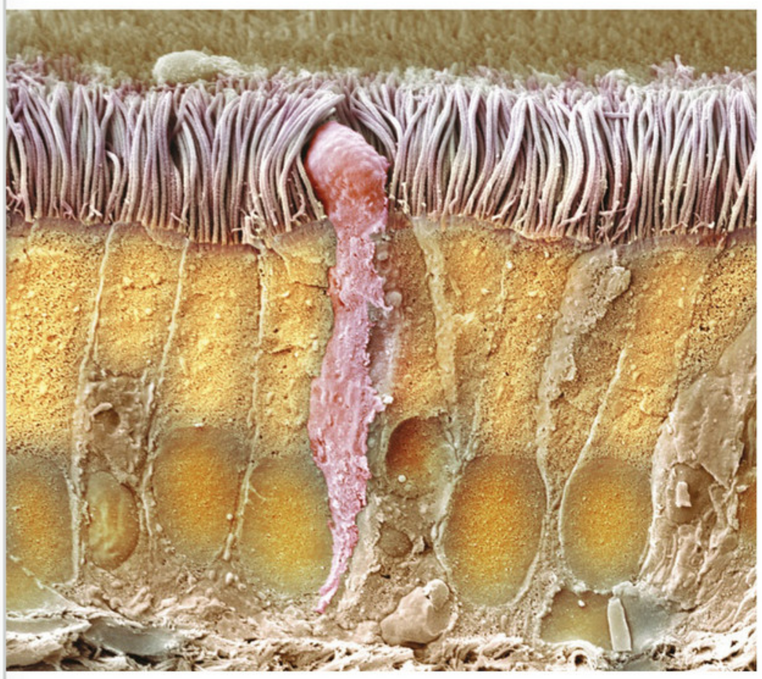
▶ **Afb. 14** Het ademhalingsstelsel van de mens (schematisch).



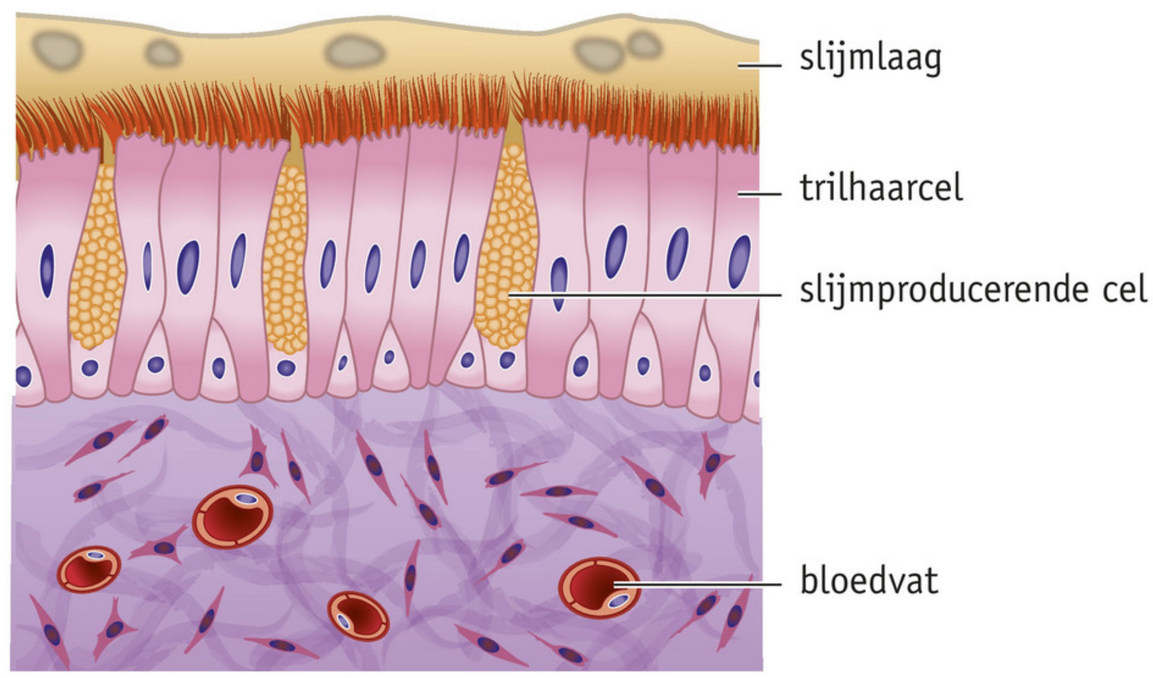
NEUSHOLTE EN MONDHOLTE

Meestal ademen mensen door hun neus. De neusholte is bedekt met **neusslijmvlies** (zie afbeelding 15). Neusslijmvlies wordt door **slijmproducerende cellen** gemaakt. Door het slijm is het in de neusholte vochtig, zodat de ingeademde lucht

▼ **Afb. 15** Neusslijmvlies.



1 elektronenmicroscopische foto (SEM, 1500×)

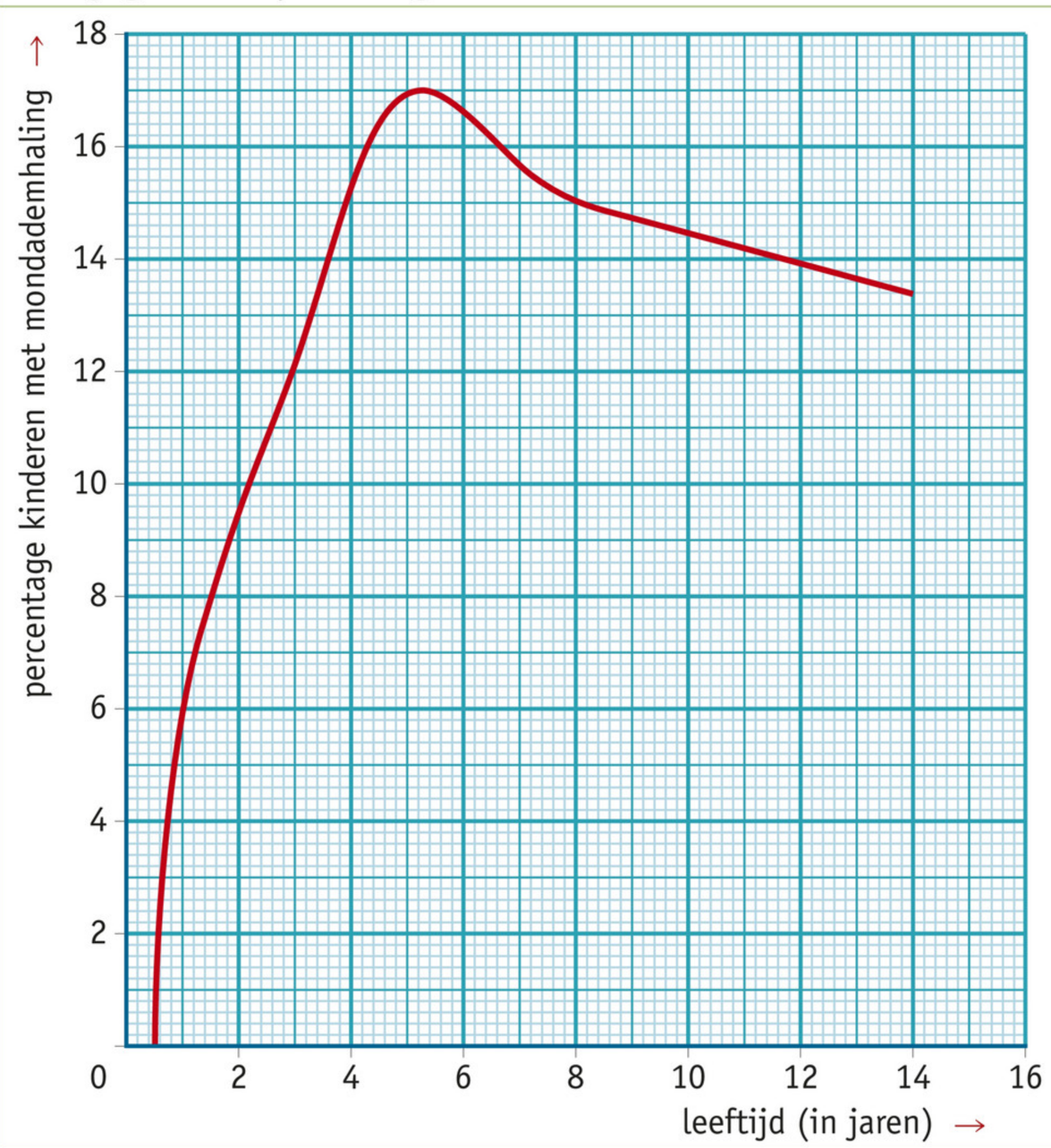


2 tekening

ook vochtig is. Dicht onder het neusslijmvlies lopen veel bloedvaatjes. Die voeren zuurstof en voedingsstoffen aan en afval af. Doordat het bloed warm is, wordt het neusslijmvlies warm en de binnenstromende lucht ook.

Lucht die je inademt, is meestal niet helemaal schoon. Vaak zitten er stofdeeltjes en ziekteverwekkers in. Voor in de neusholte groeien **neusharen** die grote stofdeeltjes tegenhouden. Aan het slijm uit de slijmproducerende cellen blijven kleine stofdeeltjes en ziekteverwekkers kleven. De **trilharen** op de trilhaarcellen maken een golvende beweging, waardoor het slijm naar de keelholte gaat en je het doorslikt. Dankzij de neusharen en het neusslijmvlies komen veel ingeademde stofdeeltjes en ziekteverwekkers niet in de longblaasjes terecht.
Boven in de neusholte bevindt zich het **reukzintuig**. Dat keurt de binnenstromende lucht en waarschuwt je als er stinkende gassen in voorkomen.
Ademen via de neus is gezonder dan ademen door de mond. Toch ademen veel kinderen via de mond (zie afbeelding 16).

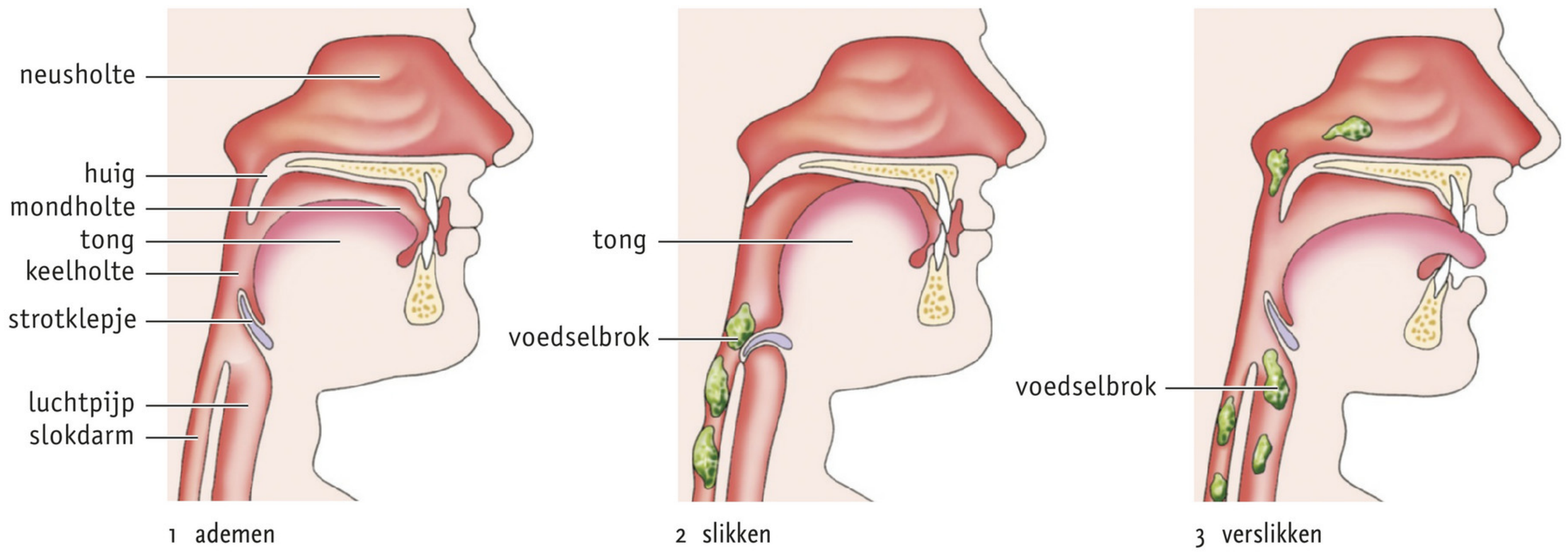
▼ **Afb. 16**

ONDERZOEK	HABITUEEL MONDADEMEN
Inleiding	Wanneer de neusholte verstopt is, zoals bij een verkoudheid, ademen mensen via hun mond. Er zijn echter ook mensen die zonder dat er een reden voor is door de mond inademen. Dit noem je habitueel mondademen. Habitueel mondademen wordt gerekend tot de afwijkende mondgewoonten, waartoe ook duimzuigen behoort. Uit eerder onderzoek is gebleken dat kinderen die vaak via de mond ademen, vaker ontstekingen van de luchtwegen hebben zoals bronchitis.
Probleemstelling	Hoe vaak komt habitueel mondademen bij kinderen voor?
Werkwijze	Bij 450 kinderen, die in leeftijd varieerden van een half jaar tot 14 jaar, werd de mondademhaling vastgesteld door het laten beslaan van een koude metalen spiegel voor de mond van het slapende kind. Dit werd gedurende een week, één keer per avond gedaan. Als de spiegel steeds besloeg, was sprake van habitueel ademen. De kinderen werden in leeftijdsgroepen ingedeeld en het resultaat werd weergegeven als percentage van het totaal.
Resultaat	
Conclusie	Habitueel mondademen komt veel voor. Het kan een oorzaak zijn van regelmatige ontstekingen van de luchtwegen. Het lijkt van belang te investeren in het behandelen van habitueel mondademen.

KEELHOLTE

Na de neusholte of mondholte passeert de lucht de keelholte en stroomt de luchtpijp in. In de keelholte kruist de weg die het voedsel aflegt, de weg die de lucht aflegt. Als je ademhaalt, staan alle wegen naar dit 'kruispunt' open. De lucht kan dan van je neusholte via je luchtpijp naar je longen stromen en terug (zie afbeelding 17.1). Als je voedsel inslikt, sluit het **strotklepje** de luchtpijp af en de **huig** de neusholte (zie afbeelding 17.2). Het voedsel kan dan wel van de mondholte naar de slokdarm gaan, maar niet in de luchtpijp of in de neusholte terechtkomen. Soms sluiten het strotklepje en de huig niet goed. Dat kan bijvoorbeeld gebeuren als je eet of drinkt en in de lach schiet. Je verslikt je dan, waardoor voedsel of drank in je luchtpijp en in je neusholte terechtkomt (zie afbeelding 17.3). Door te hoesten, kun je het voedsel weer uit je luchtpijp verwijderen. Soms lukt dat niet (zie afbeelding 18).

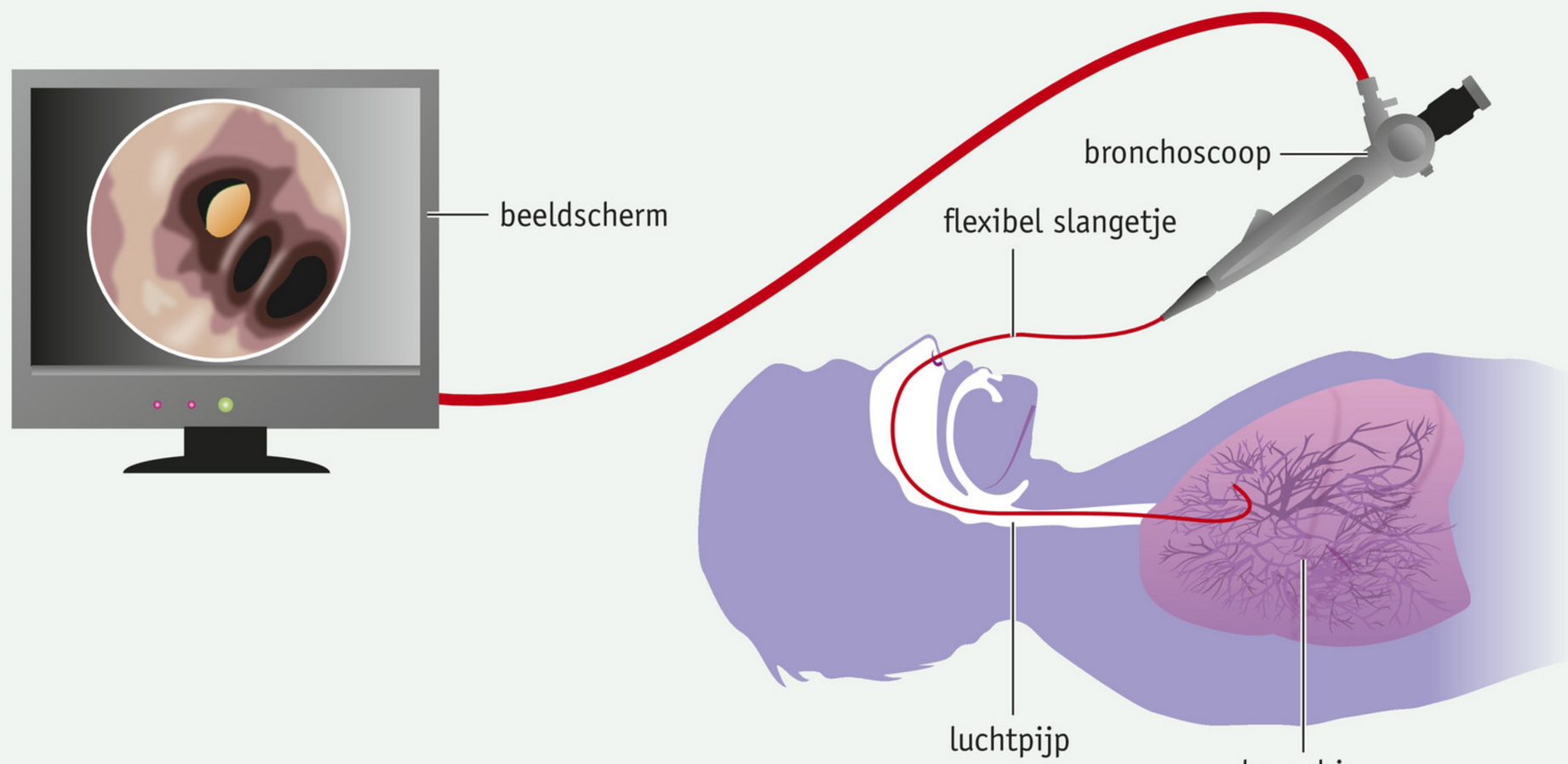
▼ **Afb. 17** Huig en strotklepje bij ademen, slikken en verslikken (schematisch).



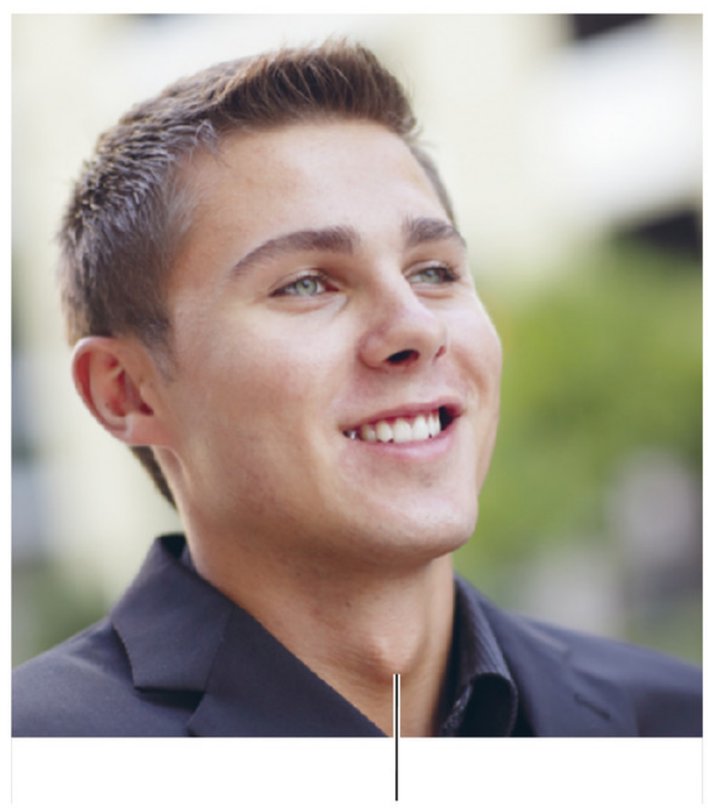
▼ **Afb. 18**

Longarts

Kirsten is longarts en werkt op de longpoli en longafdeling van een ziekenhuis.
'Een longarts houdt zich bezig met het opsporen en behandelen van aandoeningen van het ademhalingsstelsel. Dit kunnen ziekten zijn, maar het kan bijvoorbeeld ook gaan om verslikken Laatst heb ik bijvoorbeeld een jongen geholpen die bij me kwam met een pinda in zijn longen. Met vrienden had hij een spelletje gedaan wie het beste pinda's met de mond kon opvangen. Terwijl hij een pinda opving, moest hij erg lachen. De pinda schoot in de luchtpijp. Door de schrik ademde hij zo krachtig in, dat de pinda in een van zijn longen terechtkwam. Pogingen om met hoesten de pinda kwijt te raken, werkten niet. Samen met zijn moeder was hij naar de huisartsenpost gegaan. Daar werd hij doorverwezen naar de longpoli van het ziekenhuis. Zo kwam hij bij mij op het spreekuur. Eerst liet ik een scan, een soort röntgenfoto, maken. Op de scan was te zien dat de pinda in een van de bronchiën vastzat. Onder verdoving heb ik met een bronchoscoop de pinda verwijderd. Een bronchoscoop bestaat uit een buisje dat via de luchtpijp in de bronchiën kan worden gebracht. In het buisje bevinden zich een camera, een lampje en een klein tangetje.
Vooral bij jonge kinderen komt het nog al eens voor dat er iets in het verkeerde keelgat schiet. Meestal lukt het wel om het voorwerp te verwijderen, maar als het voorwerp de luchtpijp blokkeert, kan een kind zelfs stikken.'



▼ **Afb. 19**



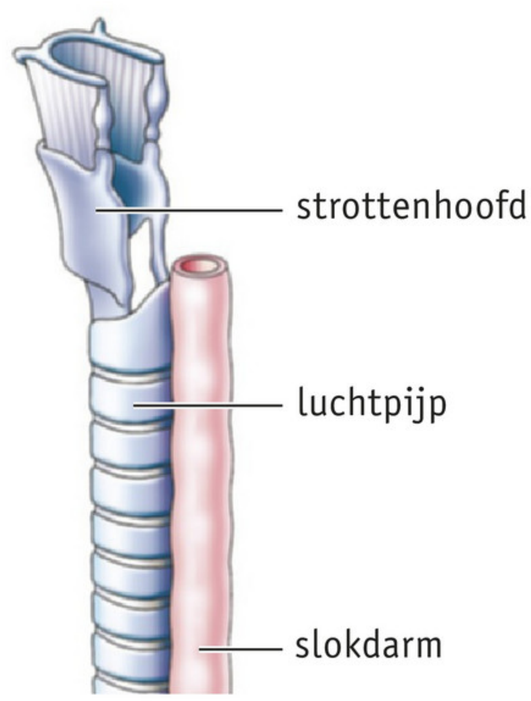
Aan de bovenkant van de luchtpijp bevindt zich het strottenhoofd. Bij volwassen mannen is het strottenhoofd te zien als de **adamsappel** (zie afbeelding 19). In je strottenhoofd liggen je **stembanden**. In extra basisstof 8 leer je meer over de stembanden.

WB OPDRACHT 15 T/M 17 BLZ. 20

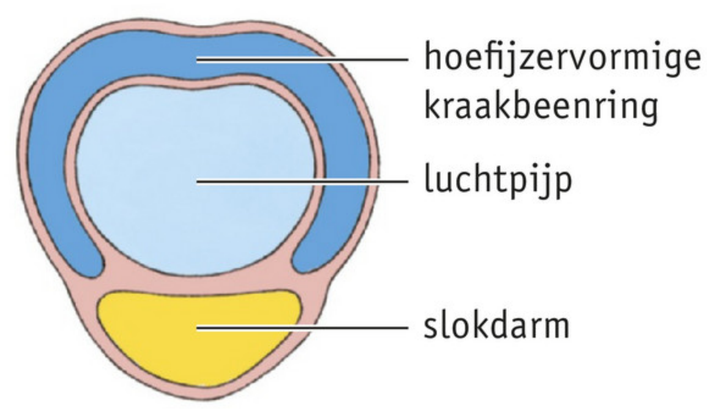
LUCHTPIJP EN BRONCHIËN

De luchtpijp is een holle buis die aansluit op de onderkant van het strottenhoofd. De wand van de luchtpijp bevat hoefijzervormige **kraakbeenringen**, waardoor de luchtpijp altijd openstaat (zie afbeelding 20). De luchtpijp splitst zich in twee takken: de bronchiën. De wand van de bronchiën bevatten ook kraakbeenringen. De bronchiën vertakken zich in steeds kleinere luchtpijptakjes. De wanden van de kleinste luchtpijptakjes bevatten geen kraakbeenringen meer, maar spiertjes. Aan de uiteinden van de luchtpijptakjes zitten de longblaasjes. De wanden van de luchtpijp, bronchiën, luchtpijptakjes en de longblaasjes zijn bekleed met slijmvlies. Trilharen vervoeren het slijm continu naar de keelholte. Daar wordt het slijm ingeslikt. Als de trilharen het slijm niet voldoende snel kunnen vervoeren, helpt het om te hoesten. Door te hoesten, gaat het slijm uit de longen en komt het in de keelholte terecht.

▶ **Afb. 20** De luchtpijp.

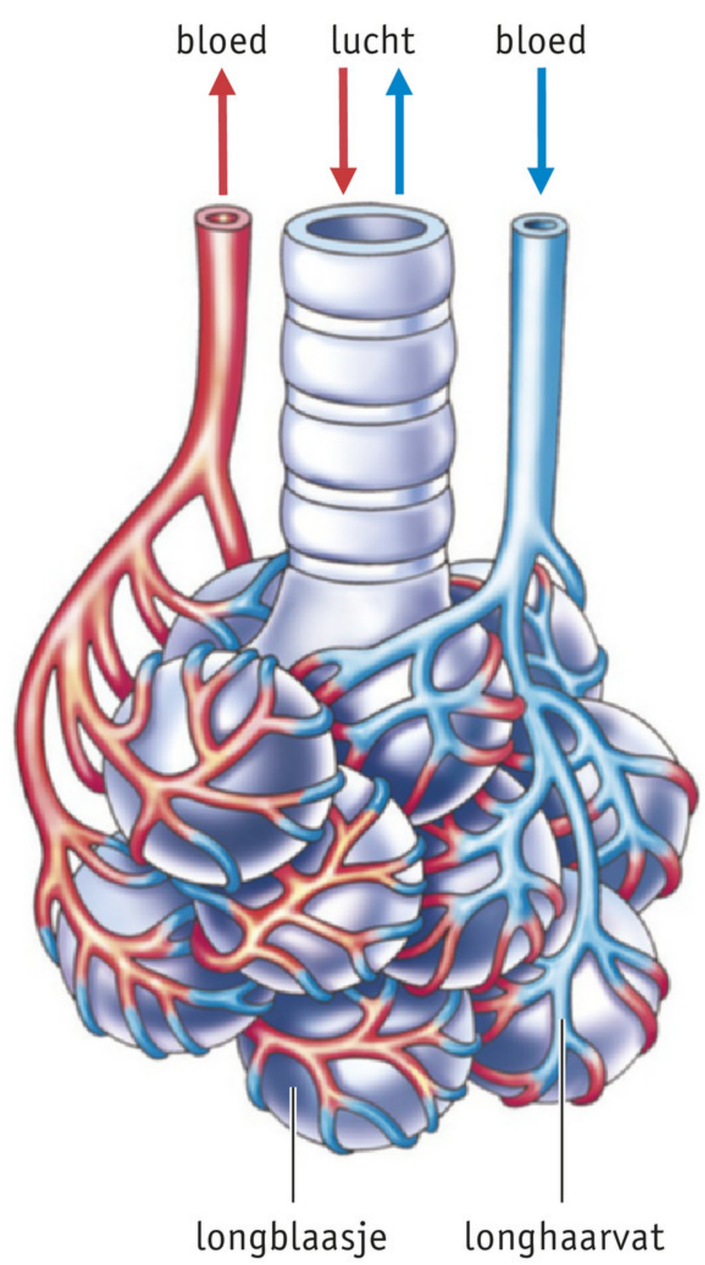


1 schematische tekening van de luchtpijp en een deel van de slokdarm



2 dwarsdoorsnede van de luchtpijp en de slokdarm

▼ **Afb. 21** Longblaasje met longhaarvaten (schematisch).



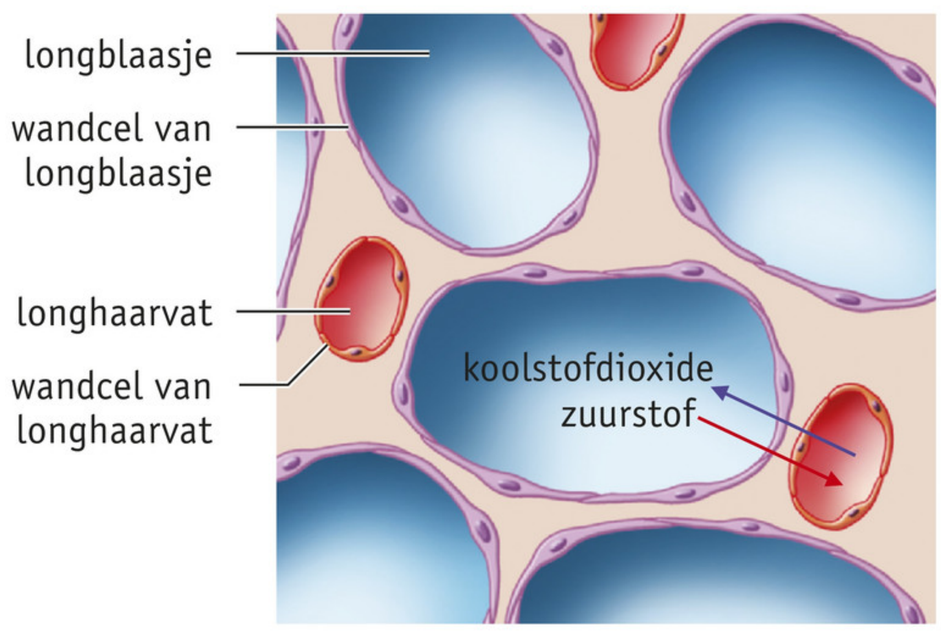
LONGBLAASJES

Aan de uiteinden van de luchtpijptakjes bevinden zich 'trosjes' longblaasjes. De longblaasjes zijn omgeven door een netwerk van fijne bloedvaatjes: de **longhaarvaten** (zie afbeelding 21). De wanden van longhaarvaten en longblaasjes zijn erg dun. Ze bestaan maar uit één laag cellen. Daardoor kan de **gaswisseling** tussen de lucht in de longblaasjes en het bloed in de longhaarvaten snel plaatsvinden (zie afbeelding 22). Alle longblaasjes samen zorgen voor een groot oppervlak voor de gaswisseling. Het oppervlak van alle longblaasjes samen is ongeveer zo groot als een half volleybalveld.

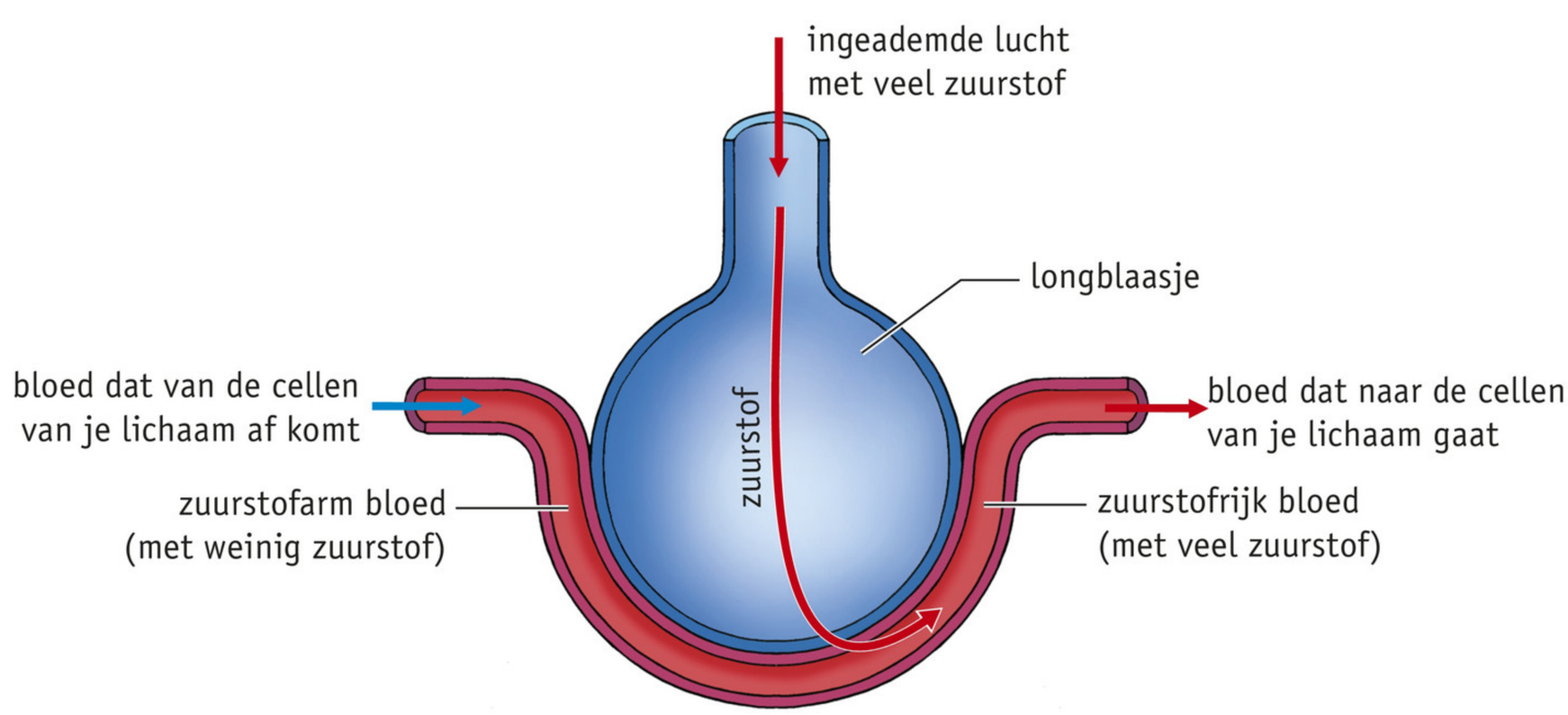
In de longblaasjes gaat zuurstof vanuit de lucht naar het bloed in de longhaarvaten. Het bloed vervoert de zuurstof naar alle cellen van het lichaam. Daar neemt het bloed koolstofdioxide op en vervoert dit naar de longen. In de longen gaat koolstofdioxide vanuit het bloed in de longhaarvaten naar de lucht in de longblaasjes. Bloed dat naar de longblaasjes stroomt, is **zuurstofarm** en **koolstofdioxiderijk**. Bloed dat van de longblaasjes wegstroomt, is **zuurstofrijk** en **koolstofdioxidearm** (zie afbeelding 22.2).

WB OPDRACHT 18 EN 19 BLZ. 21

▼ **Afb. 22** Gaswisseling in de longen (schematisch).



1 dwarsdoorsnede door een stukje longweefsel

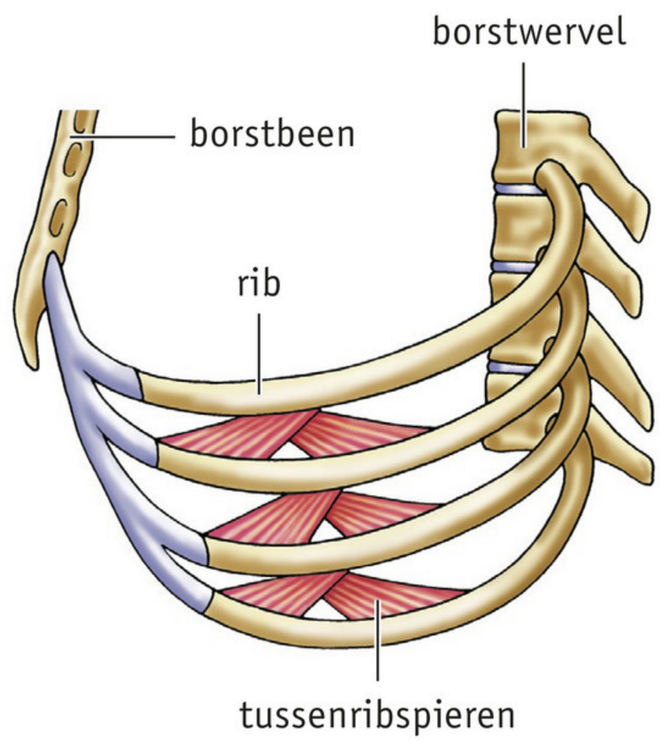


2 in longblaasjes gaat zuurstof vanuit de lucht naar het bloed en gaat koolstofdioxide vanuit het bloed naar de lucht

5 Ademhalen

De longen liggen in de borstholte. Aan de onderkant scheidt het middenrif de borstholte van de buikholte. Het middenrif is een stevig, gespierd vlies. De longen zitten vast aan de ribben, het borstbeen en het middenrif. Door in- en uitademen ververs je de lucht in de longen. Je kunt op twee manieren in- en uitademen: borstademhaling en buikademhaling.

▼ **Afb. 23** Deel van de borstkas met tussenribspieren (schematisch).

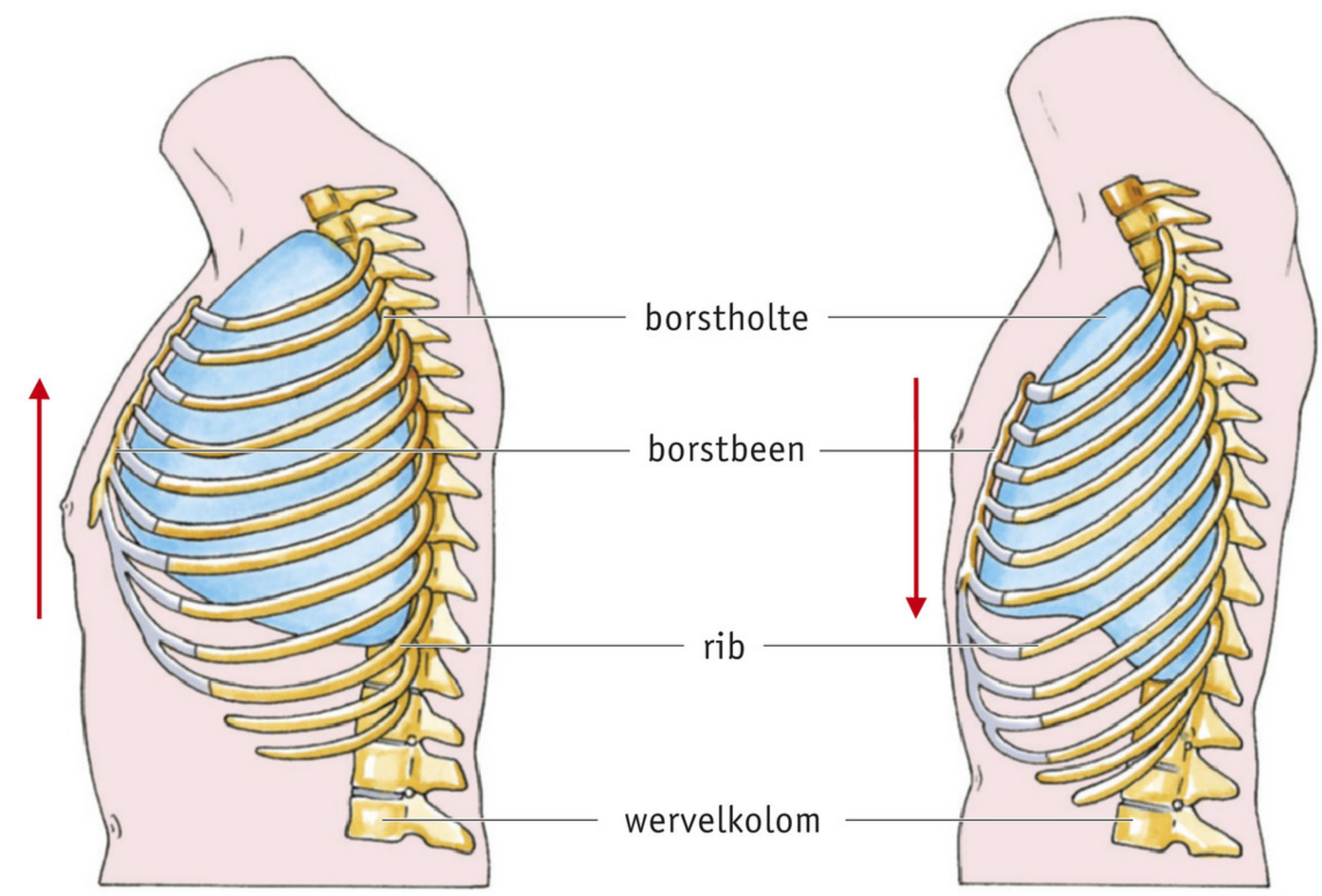


RIBADEMHALING (BORSTADEMHALING)

Bij de ribademhaling (borstademhaling) bewegen de ribben en het borstbeen. De ribben zitten aan de wervelkolom vast door gewrichten. Verder zitten ze aan het borstbeen vast door kraakbeen. Beide verbindingen maken het mogelijk dat de ribben en het borstbeen kunnen bewegen. Tussen de ribben bevinden zich twee lagen met spieren: de tussenribspieren (zie afbeelding 23).

In afbeelding 24 is weergegeven hoe de ribben en het borstbeen bewegen bij de ribademhaling.
Als je inademt, bewegen je ribben en je borstbeen omhoog (zie afbeelding 24.1). Daardoor wordt je borstholte groter. Je longen worden daardoor uitgerekt. Door het groter worden van je longen wordt er lucht naar binnen gezogen: je ademt in.
Als je uitademt, bewegen je ribben en je borstbeen omlaag (zie afbeelding 24.2). Je borstholte en je longen worden weer kleiner. Door het kleiner worden van je longen wordt er lucht naar buiten geperst: je ademt uit.

▶ **Afb. 24** Ribademhaling of borstademhaling (schematisch).



1 stand van de ribben na een inademing

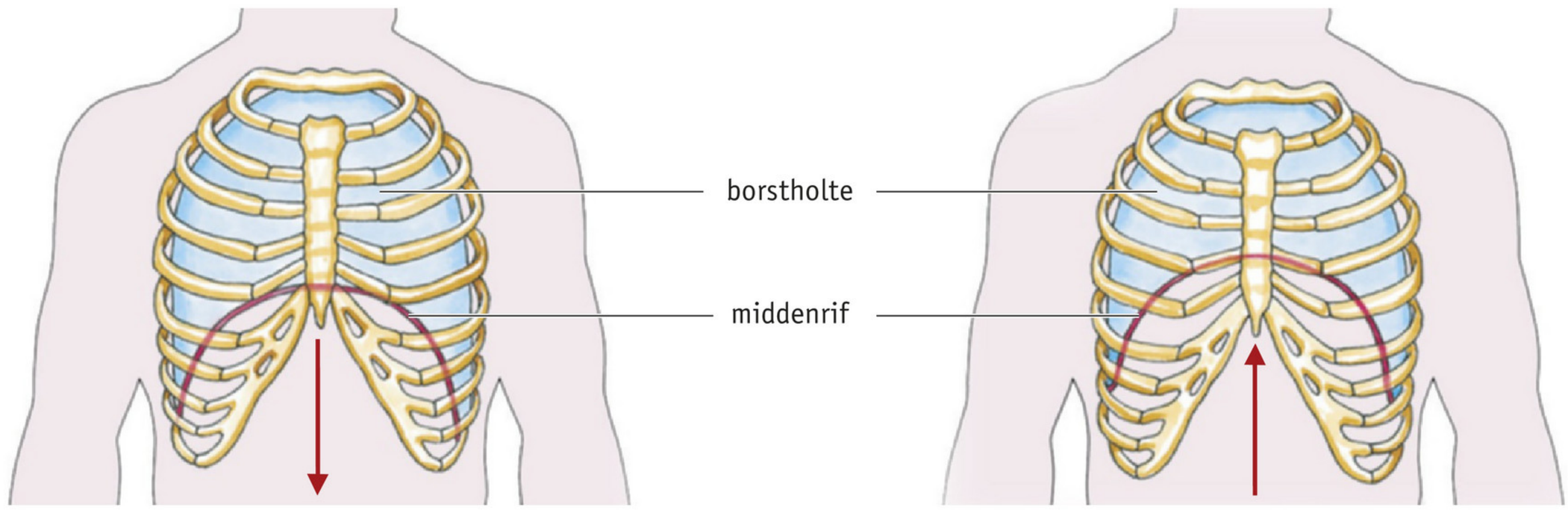
2 stand van de ribben na een uitademing

MIDDENRIFADEMHALING (BUIKADEMHALING)

Bij de middenrifademhaling (buikademhaling) bewegen het middenrif en de buikwand. Als je inademt, trekken de spieren van het middenrif samen en beweegt je middenrif omlaag (zie afbeelding 25.1). Daardoor wordt je borstholte groter en je buikholte kleiner. Doordat je borstholte groter wordt, worden je longen uitgerekt. Daardoor stroomt er lucht naar binnen: je ademt in. Doordat je buikholte kleiner wordt, worden de organen in je buikholte weggedrukt. Ze kunnen alleen naar voren uitwijken. Je voelt de buikwand naar voren komen.
Als je uitademt, trekken de spieren van de buikwand samen. De druk in de buikholte neemt toe, waardoor het middenrif omhoog wordt geduwd. Je borstholte en longen worden kleiner (zie afbeelding 25.2). Daardoor wordt er lucht naar buiten geperst: je ademt uit.

WB OPDRACHT 20 T/M 23 BLZ. 23

▼ **Afb. 25** Middenrifademhaling of buikademhaling (schematisch).



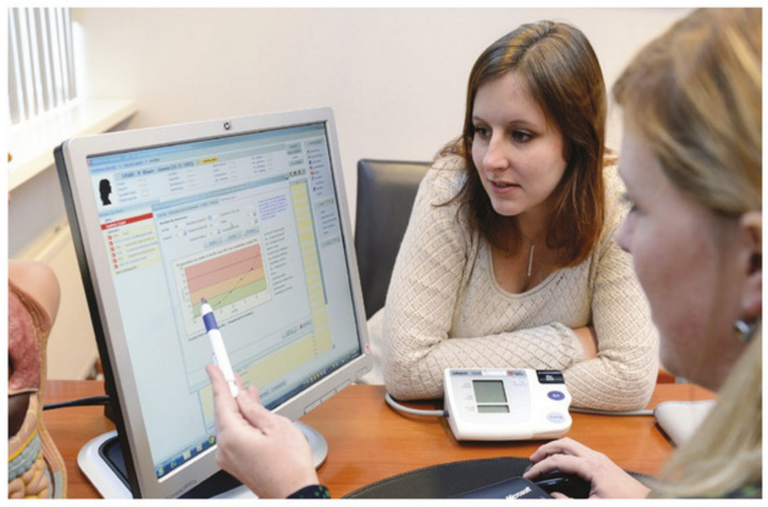
1 stand van het middenrif na een inademing

2 stand van het middenrif na een uitademing

6 Gezonde luchtwegen

Door verschillende oorzaken kunnen je luchtwegen, waartoe ook je longen behoren, minder goed functioneren. Je merkt dat aan aanvallen van benauwdheid en vaak hoesten. Veel artsen denken dan in eerste instantie aan keel- of longontsteking en schrijven antibiotica voor (zie afbeelding 26). De oorzaak kan ook een ziekte aan het ademhalingsstelsel zijn, zoals astma. Bij **allergieën**, zoals hooikoorts, zijn mensen overgevoelig voor bepaalde stoffen. Hierdoor kunnen ook problemen ontstaan met het ademen. Ten slotte zijn er ook mensen die bewust schadelijke stoffen inademen, bijvoorbeeld mensen die **roken**. Zij kunnen dan COPD krijgen.

▼ **Afb. 26**

ONDERZOEK	MINDER ANTIBIOTICA BIJ HOESTEN
Inleiding	In heel Europa geven huisartsen vaak antibiotica bij hoesten. Deze medicijnen helpen vaak niet, maar veroorzaken wel resistentie bij bacteriën. Als bacteriën tegen steeds meer antibiotica resistent zijn, wordt het steeds moeilijker om ziekten die door bacteriën worden veroorzaakt, te bestrijden. 
Hypothese	Huisartsen schrijven minder antibiotica voor als ze weten dat het hoesten van een patiënt niet door een bacterie wordt veroorzaakt en als ze dit ook kunnen uitleggen aan hun patiënten.
Experiment	– Eerst werd bepaald hoe vaak huisartsen bij hoesten antibiotica voorschrijven. – Daarna kregen 250 huisartsenpraktijken in Europa een test die longontsteking kan opsporen, en tegelijk een communicatietraining waardoor ze patiënten beter konden uitleggen dat antibiotica soms geen zin hebben. – Vervolgens werd bepaald hoe vaak de huisartsen die de test gebruikten en de training hadden gevolgd, bij hoesten antibiotica voorschrijven.
Resultaat	Vóór het onderzoek kreeg ongeveer 50% van de patiënten antibiotica bij hoesten. Na het onderzoek was dit nog maar 30%.
Conclusie	Een juiste diagnose van hoesten in combinatie met het goed kunnen uitleggen waarom geen antibiotica wordt gegeven, vermindert het gebruik van antibiotica.

ASTMA

Astma is een chronische longziekte. Dat betekent dat het niet meer overgaat. Bij astma heb je het benauwd. Meestal komt die benauwdheid plotseling op. We spreken dan van een astma-aanval. Zo'n aanval wordt uitgelokt door bepaalde prikkels. Dit kunnen stoffen in de lucht zijn, maar ook spanning of stress. Een astma-aanval kan beangstigend zijn, doordat je het gevoel kunt hebben dat je stikt.

In de wand van de fijne vertakkingen van de bronchiën (de luchtpijptakjes) bevinden zich spiertjes. Bij een astma-aanval trekken deze spiertjes zich samen. De luchtwegen worden dan nauwer en het ademhalen gaat moeilijker. Je voelt je dan benauwd. Soms is er alleen het gevoel van benauwdheid, maar dat is niet minder angstig (zie afbeelding 27).

▼ Afb. 27

Astma in de achtbaan

In 2010 hebben de Nederlandse onderzoekers Simon Rietveld en Ilja Beers de Ig Nobelprijs voor de geneeskunde gekregen voor hun onderzoek naar stress en astma. De Ig Nobelprijzen worden uitgereikt voor onderzoek dat je eerst laat lachen en daarna aan het denken zet.
Het was de onderzoekers opgevallen dat kinderen met astma vaak geen last hebben van hun astma op hun verjaardag. Zij dachten dat dit zou kunnen komen door de spanning die de kinderen dan voelen.
Bij een astma-aanval zal een arts zeggen dat het gaat om het samentrekken van spiertjes in de fijne luchtpijptakjes. Een patiënt zal zeggen dat hij het benauwd heeft. Uit eerder onderzoek bleek dat als iemand met astma zegt dat hij het benauwd heeft, dit niet altijd komt doordat de spiertjes in de longen samengetrokken zijn. Het blijkt ook voor te komen dat de spiertjes wel samengetrokken zijn, maar de astmapatiënt het niet benauwd heeft.
Om dit laatste te onderzoeken, lieten de onderzoekers 25 studenten met astma en 15 zonder astma een rit met een achtbaan maken. Van tevoren waren de proefpersonen een beetje zenuwachtig en gestrest. Dit noemden de onderzoekers een positief spannend gevoel. Degenen met astma klaagden over benauwdheid. De stress bleek uit hun verhoogde hartslag, maar met hun longen was niets aan de hand. Na afloop van het ritje met de achtbaan waren ze blij en hadden ze veel plezier. Degenen met astma klaagden nu niet over benauwdheid, maar hun longfunctie bleek wel lager te zijn.

Volgens de onderzoekers zouden mensen met astma onbewust denken dat als ze zich goed voelen, ze geen astma-aanvallen kunnen hebben, want tijdens een astma-aanval voelen ze zich slecht. Het omgekeerde zou dan ook waar zijn. Als ze zich slecht voelen, zal dat wel komen door een astma-aanval en dus hebben ze het benauwd.
Iets soortgelijks zie je bij hooikoortspatiënten die beginnen te niezen bij het zien van een grasveld op televisie. Deze mensen stellen zich niet aan. Hun lichaam heeft grasvelden en de reactie daarop aan elkaar gekoppeld.
Astmapatiënten zouden minder medicijnen kunnen gebruiken als ze weten of de oorzaak van het benauwd voelen wordt veroorzaakt door het samentrekken van spiertjes in de longen of doordat ze zich om een andere reden slecht voelen.

COPD

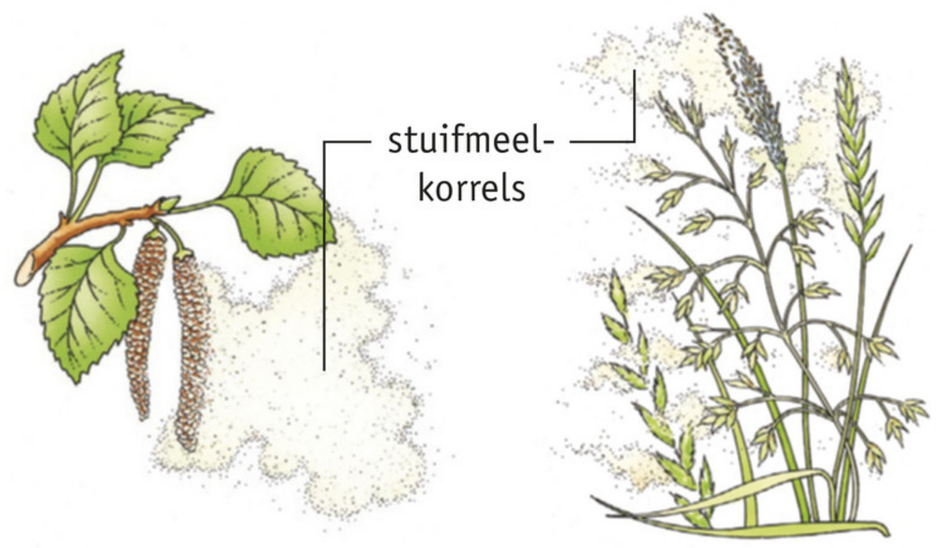
COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) is een chronische ontsteking van de luchtwegen die vooral door roken wordt veroorzaakt, maar soms ook door een erfelijke ziekte.
De binnenkant van de luchtwegen is bekleed met slijmvlies. Tabaksrook veroorzaakt ontstekingen, waarbij het slijmvlies opzwelt en meer slijm gaat vormen. Vooral de fijnste luchtpijptakjes raken verstopt. Ook kunnen de longblaasjes beschadigen. Dit noem je longemfyseem.
Een COPD-patiënt is kortademig, moet veel hoesten en geeft soms slijm op. Dagelijkse dingen zoals traplopen worden moeilijker.

WB OPDRACHT 24 BLZ. 25

HOOIKOORTS

In deel 1 heb je geleerd dat windbloemen heel veel lichte stuifmeelkorrels produceren die door de wind worden weggeblazen (pollen). Op sommige dagen in het voorjaar en in de zomer zit de lucht vol met stuifmeel (zie afbeelding 28). Je ademt dit stuifmeel in. De stuifmeelkorrels blijven dan kleven op het slijmvlies in je luchtwegen.
Sommige mensen kunnen er niet tegen wanneer hun slijmvlies in aanraking komt met stuifmeel van bepaalde planten. Deze mensen hebben last van **hooikoorts**. Ze krijgen een branderig of jeukend gevoel in hun neus, keel en ogen (zie afbeelding 29).
Hooikoortspatiënten moeten soms uren achtereen niezen. Ze doen er verstandig aan stuifmeel zo veel mogelijk te vermijden. In afbeelding 30 staan tips voor hooikoortspatiënten.

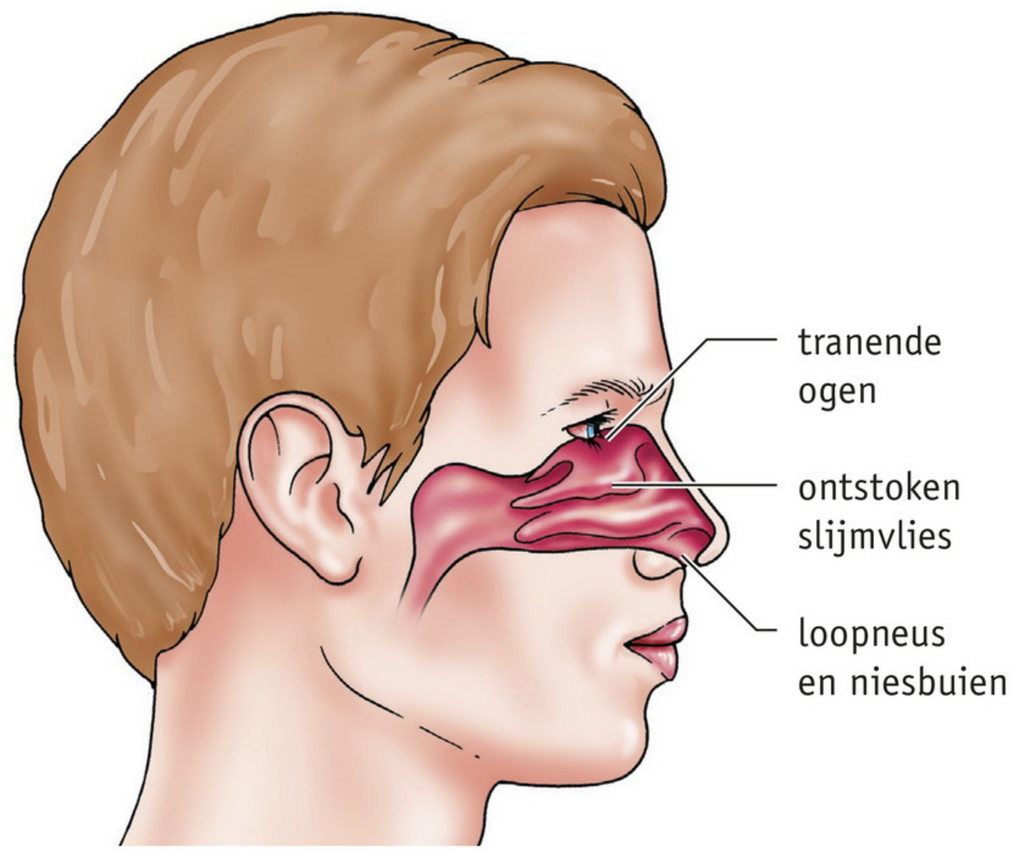
▼ **Afb. 28**



1 vooral in het voorjaar: stuifmeel van bomen (katjesdragers)

2 vooral in de zomer: stuifmeel van onder andere grassen

▼ **Afb. 29** De ziekteverschijnselen bij hooikoorts.



▼ **Afb. 30**

Stuifmeel vermijden

Hooikoortsberichten
Het vermijden van pollen (stuifmeel) is de beste remedie tegen hooikoorts. Wie wil weten hoeveel pollen er in de lucht zitten, kan vanaf mei luisteren naar de hooikoortsberichten op de radio. Ook kan op pagina 714 van teletekst worden gekeken of op internet (www.pollennieuws.nl).
Houd er rekening mee dat er vooral op zonnige dagen met veel wind veel stuifmeel in de lucht zit.

Pollenkalender
Wie hooikoorts heeft en allergisch is voor bepaalde pollen, kan in het volgende overzicht van een aantal pollen zien wanneer ze in de lucht zweven.

Bomen
Els: februari – maart
Es: april – mei
Berk: april – mei
Eik: april – juni

Grassen
Onder andere vossenstaart, veldbeemdgras, kropaar, Engels raaigras: april – september

Kruiden
Zuring: april – juli
Weegbree: mei – augustus
Klein glaskruid: mei – september
Bijvoet: juli – oktober
Ambrosia: augustus – oktober

▼ **Afb. 31** Huiduitslag door allergie.

▼ **Afb. 32** Huisstofmijt.

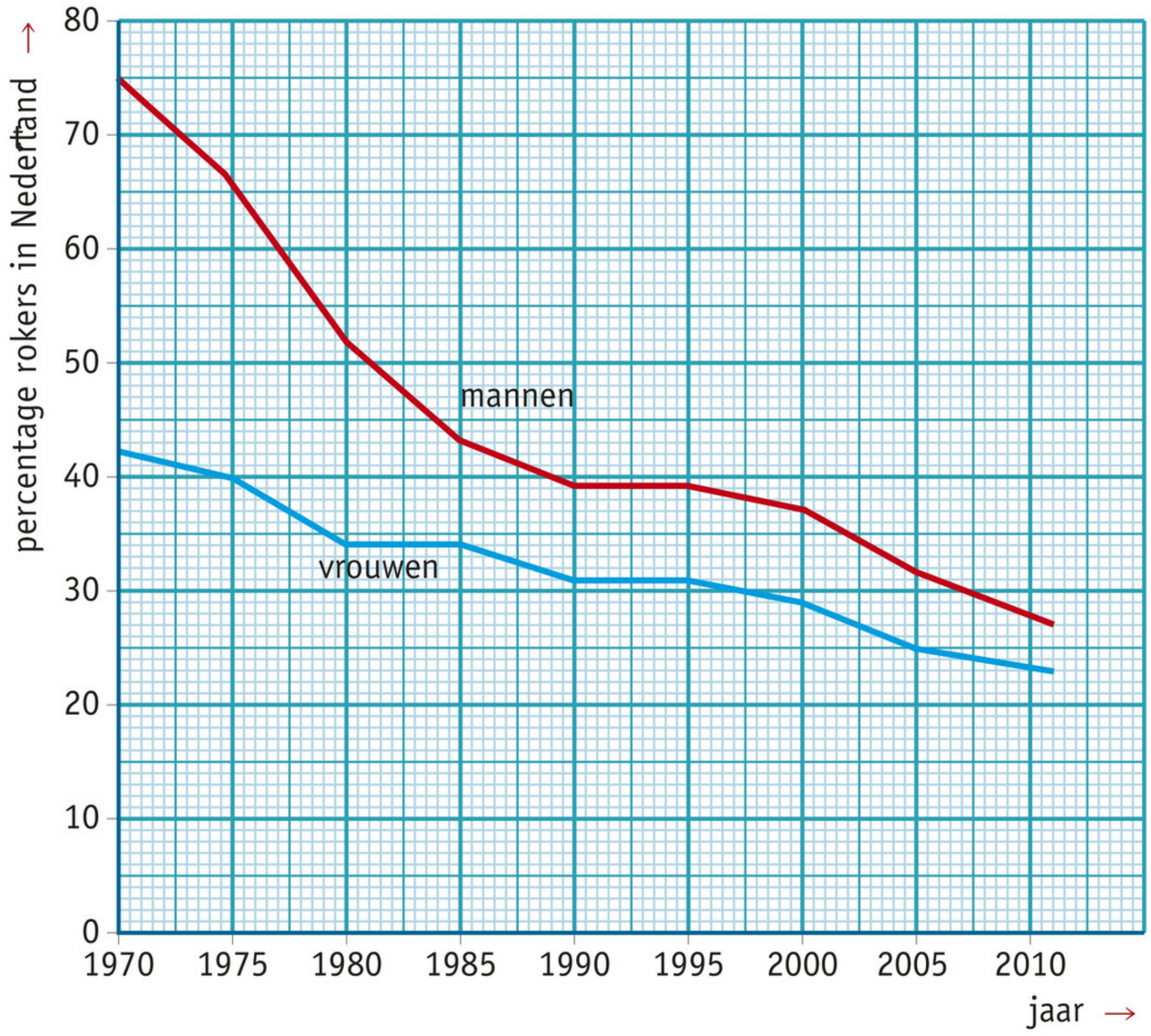
ALLERGIE

Hooikoorts is de meest voorkomende vorm van allergie. Bij een **allergie** ben je overgevoelig voor bepaalde stoffen. Als je deze stoffen inademt of binnenkrijgt met je voedsel, krijg je **allergische reacties**.
In afbeelding 31 zie je iemand die huiduitslag heeft door een allergie. Andere voorbeelden van allergische reacties zijn een branderig gevoel, jeuk en ontstekingen. Sommige mensen vertonen al allergische reacties als ze de stoffen aanraken waar ze overgevoelig voor zijn.
Je kunt voor heel veel stoffen allergisch zijn, zoals voor huisstof, haren van dieren, bepaalde stoffen in het voedsel, bepaalde chemicaliën en stoffen in make-up. Huisstofallergie wordt meestal veroorzaakt door de uitwerpselen van huisstofmijten. Huisstofmijten zijn heel kleine diertjes van nog geen millimeter groot (zie afbeelding 32). Overal in huis komen huisstofmijten voor, maar ze hebben een voorkeur voor warme en vochtige plaatsen.

WB OPDRACHT 25 EN 26 BLZ. 25

7 Roken

Door voorlichting over roken weet iedereen dat roken slecht is voor de gezondheid. Mensen die roken, leven korter dan niet-rokers. Door roken kun je longkanker en hart- en vaatziekten krijgen. De voorlichting en prijsstijging hebben ervoor gezorgd dat het aantal mensen dat rookt, sterk is gedaald. Toch rookt nog steeds ongeveer een kwart van de Nederlandse bevolking (zie afbeelding 33).
Roken veroorzaakt longziekten. De twee belangrijkste zijn longkanker en COPD. Ieder jaar gaan er door roken ruim 5000 mensen dood aan COPD en 8000 aan longkanker.



▶ **Afb. 33** Rokers in Nederland in de periode 1970 tot 2012 (vanaf 1989 van mensen van 15 jaar en ouder).

DE SAMENSTELLING VAN TABAKSROOK

De rook van tabak is een mengsel van gassen en fijne teerdruppeltjes. In tabaksrook zitten meer dan 4000 stoffen, waarvan de meeste schadelijk zijn. Minstens 40 van deze stoffen zijn kankerverwekkend. Veel kankerverwekkende stoffen zitten in de teerdruppeltjes. Andere bekende schadelijke stoffen zijn nicotine en koolstofmono-oxide.

Nicotine is de stof die ervoor zorgt dat mensen verslaafd raken aan het roken. Nicotine heeft zowel lichamelijke als psychische effecten. Rokers zijn gewend aan een bepaalde hoeveelheid nicotine in hun lichaam. Wanneer ze te weinig nicotine in hun lichaam hebben, krijgen ze sterke behoefte aan een sigaret. Als ze een sigaret opsteken, wordt de hoeveelheid nicotine in hun lichaam weer aangevuld. Nicotine zorgt voor een verhoging van de hartslag en de bloeddruk. Hierdoor overlijden meer rokers aan hart- en vaatziekten dan niet-rokers.
De **teer** die je met de tabaksrook inademt, beschadigt de binnenkant van je luchtwegen (zie afbeelding 34). Trilhaarcellen raken beschadigd, waardoor het slijm minder goed kan worden afgevoerd. Rokers hoesten veel ('rokershoest') en

▼ **Afb. 34** Roken beschadigt de longen.

hebben sneller een infectie aan de luchtwegen. De stoffen die in de teer zitten, veroorzaken kanker. Teer veroorzaakt ook de bruine aanslag op de vingers en tanden van rokers. In ruimten waar veel wordt gerookt, kun je vaak een bruine aanslag van teer zien op het behang, op de gordijnen en op het plafond. De stoffen in rook tasten ook de smaakpapillen en het reukcentrum aan. Rokers kunnen daardoor minder goed proeven en ruiken.
Hoeveel nicotine en teer er in één sigaret zitten, staat op het sigarettenpakje vermeld.
Doordat rook de longen aantast, kunnen de longen minder goed zuurstof opnemen. Je conditie neemt hierdoor af. **Koolstofmono-oxide** is een reukloos gas. Als je koolstofmono-oxide inademt, kan je bloed minder zuurstof vervoeren. Hierdoor krijg je een nog slechtere conditie. Koolstofmono-oxide komt ook vrij bij de verbranding in een kachel of geiser. Dit gebeurt vooral als er weinig ventilatie is (zie afbeelding 35).
Roken verhoogt ook de kans op allerlei andere ziekten, zoals oogziekten, darmontstekingen, dementie en reuma.

▼ **Afb. 35**

Nog net op tijd bij koolstofmono-oxidevergiftiging

Twee mensen zijn zondagmiddag rond 12.15 uur in Den Bosch onwel geraakt door koolstofmono-oxidevergiftiging. De bewoners sloegen zelf alarm, waardoor de politie snel ter plaatse was. Ze zijn met een ambulance naar het ziekenhuis gebracht. Vermoedelijk kwam koolstofmono-oxide in verhoogde concentraties vrij, doordat een cv-ketel niet goed functioneerde. Doordat mensen het gas niet ruiken en de symptomen niet herkennen, loopt het regelmatig fout af. De symptomen bij koolstofmono-oxidevergiftiging zijn hoofdpijn, misselijkheid, duizeligheid en vermoeidheid. Bij langere blootstelling kun je door zuurstofgebrek in de hersenen het bewustzijn verliezen en zelfs overlijden.

Niet alleen rokers krijgen de schadelijke stoffen binnen. Als je in een omgeving bent waar gerookt wordt, adem je de rook in die door anderen is uitgeblazen. Dit heet **passief roken** of **meeroken**. Niet-rokers kunnen daardoor dezelfde ziekten krijgen als rokers. Meerokende kinderen hebben vaak meer last van hun luchtwegen. Ze zijn vaker verkouden, hun longfunctie is minder goed en ze hebben vaker astma.

▼ **Afb. 36** Waarschuwingen op rookwaren.

MAATREGELEN OM ROKEN TEGEN TE GAAN

In Nederland en Europa zijn verschillende maatregelen genomen om het roken tegen te gaan. Een van de maatregelen is het verhogen van de prijs door extra belasting te heffen op tabak. Zo'n belasting heet accijns. Om het roken verder te ontmoedigen, staan sinds 2002 waarschuwingen op pakjes sigaretten en shag (zie afbeelding 36). In totaal zijn er veertien van zulke waarschuwingsteksten. Fabrikanten van rookwaren mogen geen reclame maken en er mogen geen rookwaren worden verkocht aan jongeren onder de 18 jaar. Om mensen te beschermen tegen passief roken, is het verboden te roken in openbare ruimten, in het openbaar vervoer, op de werkplek en op scholen.

WAAROM ROKEN MENSEN EIGENLIJK?

Roken is een **verslaving**. Vooral bij jongeren die beginnen met af een toe een sigaret te roken, ontstaat heel snel behoefte aan nicotine. Een gebruiker gaat dan steeds sterker naar een sigaret verlangen. Hij is dan **geestelijk afhankelijk**.
Ook heeft een roker steeds meer nicotine nodig om zich prettig te voelen. Dit noem je **gewenning**.
Vervolgens wordt het steeds moeilijker om te stoppen. Als de gebruiker niet rookt, begint zijn lichaam als het ware te protesteren. Hij is **lichamelijk afhankelijk**. De klachten die iemand heeft als hij stopt met roken, worden **ontwenningsverschijnselen** genoemd. Dit zijn bijvoorbeeld hoofdpijn, rusteloosheid, angst, sombere stemming, darmklachten en gewichtstoename. Het is een vervelende periode, maar de verschijnselen verdwijnen na enige tijd.

Het is natuurlijk het beste nooit te beginnen met roken, je hoeft dan ook niet te stoppen. Maar jongeren worden gemakkelijk verleid, vooral tijdens een feestje of op vakantie. Als vrienden of vriendinnen dan een sigaret aanbieden, is het moeilijk om nee te zeggen. Het wordt nog moeilijker als er dan ook alcohol wordt gedronken. In afbeelding 37 kun je een aantal tips lezen, waarmee je een sigaret kunt weigeren.

WB OPDRACHT 27 T/M 29 BLZ. 27

▼ Afb. 37

TIPS VOOR HET WEIGEREN VAN EEN SIGARET

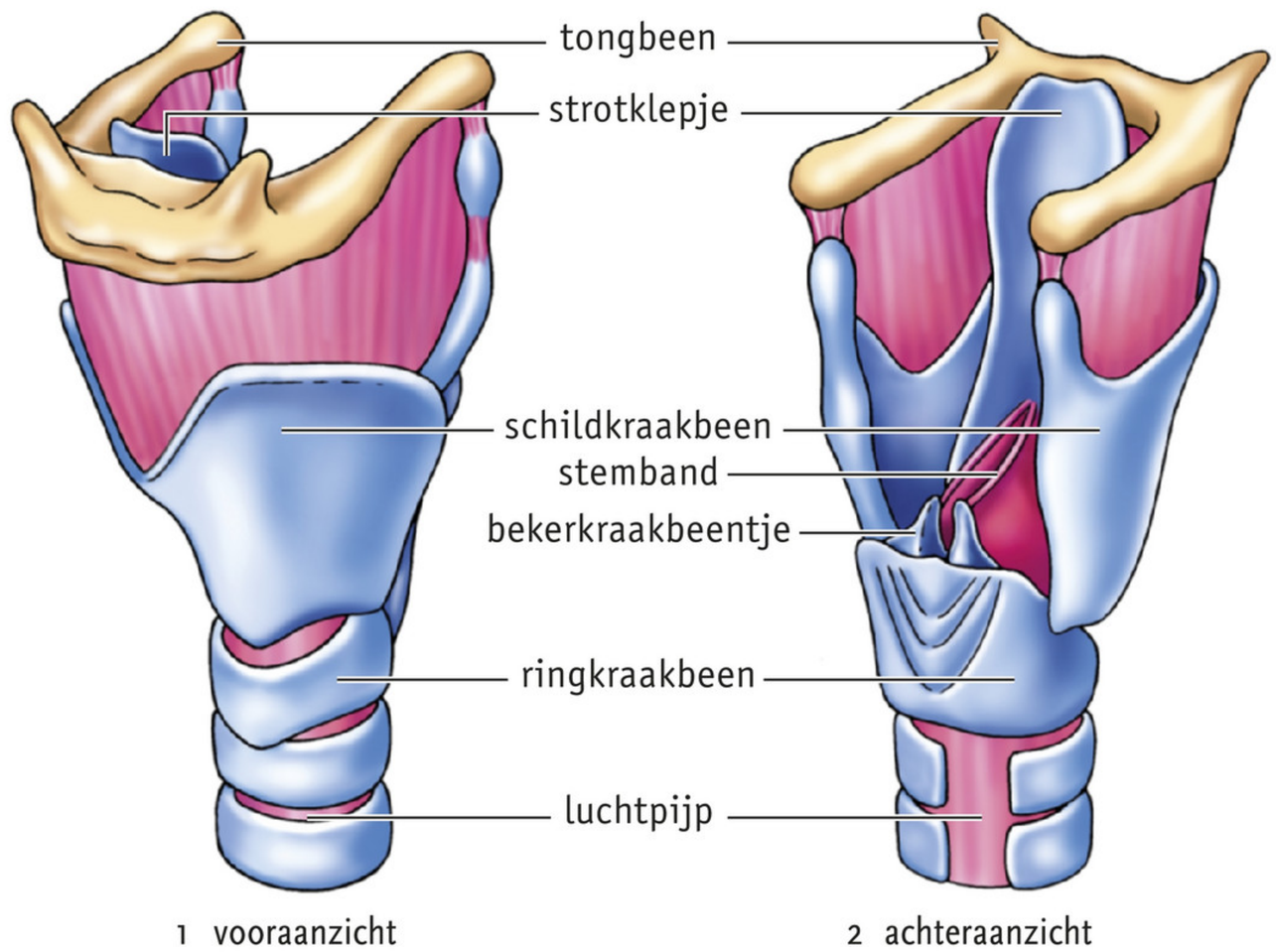
Weigeren
Zeg duidelijk dat je niet rookt. Als iemand je een sigaret aanbiedt, zeg je bijvoorbeeld: 'Nee, je weet toch dat ik niet rook.'

Negeren
Je kunt iemand die een sigaret aanbiedt ook negeren: besteed er geen aandacht aan en praat door over een ander onderwerp. Na een tijdje komt de boodschap wel over.

Weggaan
Je kunt ook gewoon weglopen. Als jij geen zin hebt om te roken of om in de rook van iemand anders te staan, kun je ook weggaan. Ergens anders naartoe lopen of met iemand die weggaat, meelopen. Misschien gaat de roker dan ook eens nadenken over het roken.

8 De stembanden

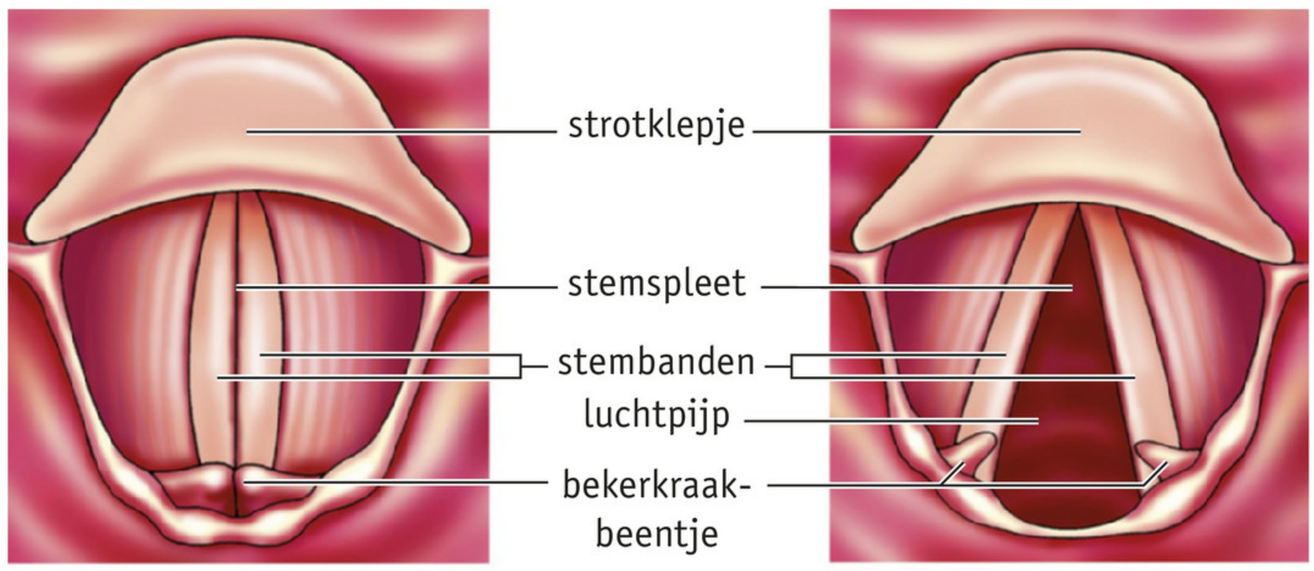
Je hebt geleerd dat de stembanden in het strottenhoofd liggen (zie afbeelding 38). Aan de voorkant van het strottenhoofd bevindt zich het **schildkraakbeen**. Dit is in je hals te voelen (de 'adamsappel'). Achter het schildkraakbeen liggen de **stembanden**. Dat zijn twee vliezen die in trilling kunnen worden gebracht. Aan de bovenkant van het strottenhoofd bevindt zich het **tongbeen**. Hieraan zijn onder andere spieren bevestigd die de tong bewegen.



▶ **Afb. 38** Strottenhoofd (schematisch).

In het strottenhoofd bevinden zich twee kleine **bekerkraakbeentjes**. Tussen de bekerkraakbeentjes en het schildkraakbeen liggen de **stembanden** (zie afbeelding 39). De bekerkraakbeentjes maken het mogelijk dat de stembanden naar elkaar toe of van elkaar weg bewegen. De **stemspleet** wordt hierdoor nauwer of wijder.
Als je geluid wilt maken, breng je de stembanden dichter bij elkaar. De lucht die er bij het ademen langs stroomt, brengt de stembanden in trilling. Er ontstaat geluid. Als de stembanden strak gespannen staan, trillen ze sneller en is het geluid hoger. Om van dit geluid herkenbare klanken te maken, zijn de stand van de tong, tanden en lippen en de vorm van de mondholte belangrijk.

WB OPDRACHT 30 EN 31 BLZ. 30



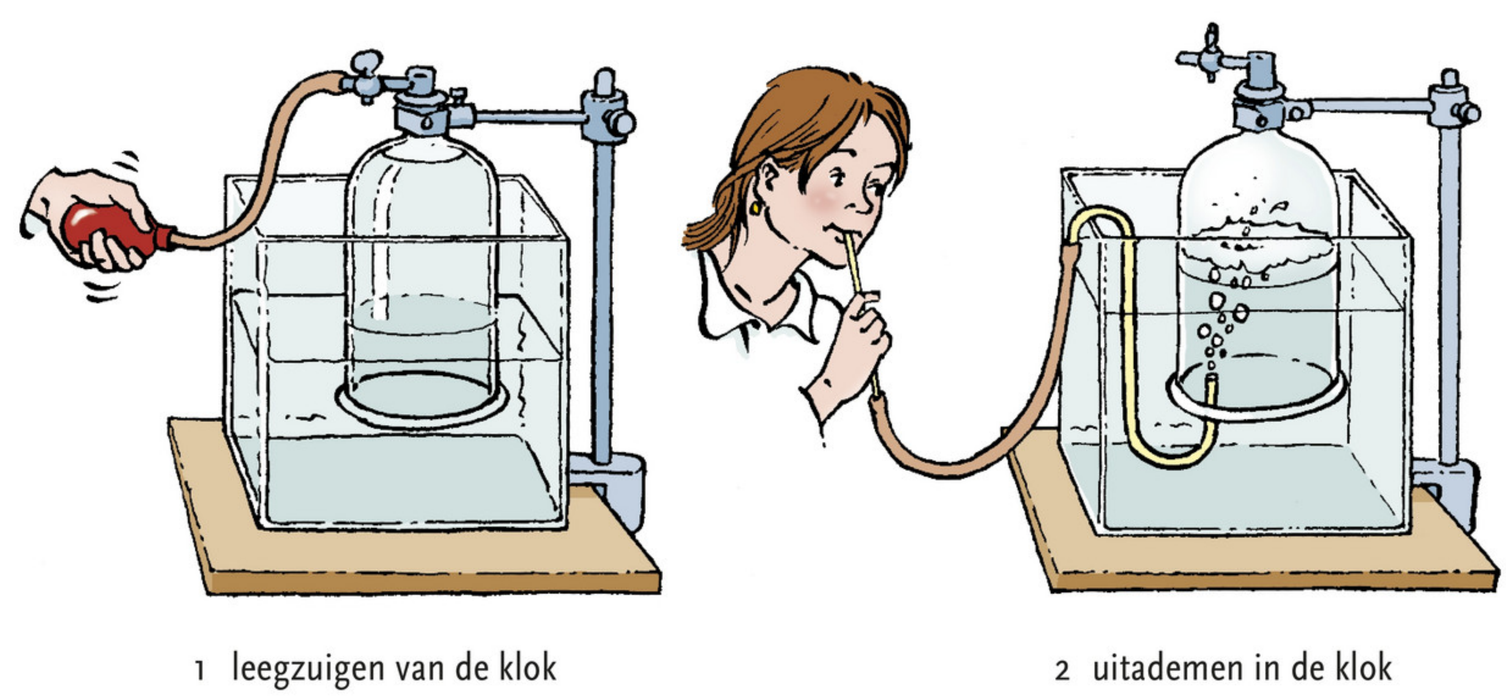
▶ **Afb. 39** De stembanden.

9 Vitale capaciteit

Als een volwassen persoon rustig ademhaalt, wordt er per ademhaling ongeveer 0,5 L lucht in- en uitgeademd. We noemen deze hoeveelheid het **ademvolume**. Niet al deze lucht bereikt de longblaasjes. Ongeveer 150 mL lucht komt niet verder dan de bronchiën, de luchtpijp, keel- of neusholte. Dit noem je de **dode ruimte**. De lucht in de dode ruimte doet niet mee aan de gaswisseling in de longblaasjes. Deze lucht wordt bij de volgende uitademing 'ongebruikt' weer uitgeademd.
Door diep in te ademen, kan een volwassene gemiddeld 3 L lucht extra inademen. Dit wordt het **inspiratoir reservevolume** genoemd (inspiratie = inademing). Door heel diep uitademen kan gemiddeld nog zo'n 1,2 L extra lucht worden uitgeademd. Dit wordt het **expiratoir reservevolume** genoemd (expiratie = uitademing). De lucht die dan nog in de longen achterblijft, wordt het **restvolume** genoemd.
De hoeveelheid lucht die maximaal per ademhaling kan worden in- of uitgeademd, heet de **vitale capaciteit**. De vitale capaciteit kun je bepalen door eerst zo diep mogelijk in te ademen en daarna te meten hoeveel lucht je uitademt bij zo diep mogelijke uitademing. De totale inhoud van de longen, het **longvolume**, is dan de vitale capaciteit plus het restvolume.
Met een spirometer kun je de vitale capaciteit meten (zie afbeelding 40). Je kunt de vitale capaciteit ook meten met een computer of met de proefopstelling die je in afbeelding 41 ziet.

▼ **Afb. 40** De vitale capaciteit meten met een spirometer.

WB OPDRACHT 32 EN 33 BLZ. 31



▶ **Afb. 41** Proefopstelling om de vitale capaciteit te meten.

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet verbranding kunnen beschrijven. Ook moet je koolstofdioxide kunnen aantonen.

- Brandstof: de stof die verbrandt.
  - Voor de verbranding van een brandstof is zuurstof nodig.
- Verbrandingsproducten: de stoffen die ontstaan bij een verbranding.
  - Bij de verbranding van een kaars zijn koolstofdioxide en water de verbrandingsproducten.
- Bij verbranding komt energie vrij, bijvoorbeeld beweging en warmte.
- De verbranding kun je in een schema weergeven:

brandstof + zuurstof → water + koolstofdioxide + energie

- Indicator: een stof waarmee je een andere stof kunt aantonen.
  - Een indicator voor koolstofdioxide is helder kalkwater.

DOELSTELLING 2

Je moet de verschillen tussen ingeademde lucht en uitgeademde lucht kunnen noemen.

- Ingeademde lucht bestaat voor 78% uit stikstof, 21% uit zuurstof en 1% uit andere gassen waaronder edelgassen.
  - In droge lucht zit 0,04% koolstofdioxide.
  - De hoeveelheid water in de lucht kan verschillen.
- De lucht die je uitademt, bevat in vergelijking met de lucht die je inademt:
  - minder zuurstof;
  - meer koolstofdioxide;
  - meer waterdamp;
  - een gelijke hoeveelheid stikstof en edelgassen.

DOELSTELLING 3

Je moet de verbranding in cellen kunnen beschrijven en het verband met lichamelijke activiteit kunnen uitleggen.

- In alle cellen van organismen vindt verbranding plaats.
  - Verbranding vindt voortdurend plaats: dag en nacht.
  - De energie die vrijkomt, wordt gebruikt voor de processen in de cel.
  - Schema van de verbranding in een cel:

glucose + zuurstof → water + koolstofdioxide + energie
(brandstof) (verbrandingsproducten)

- Je energiebehoefte is o.a. afhankelijk van je lichamelijke inspanning.
  - Energie is wat je nodig hebt om iets te kunnen doen.
  - Energie kan van de ene vorm overgaan in de andere vorm.
  - Energie meet je in kilojoule (kJ).
- Hoe groter de lichamelijke inspanning, des te meer verbranding vindt er plaats in de cellen.
  - De cellen hebben meer brandstof en zuurstof nodig.
  - De ademhaling gaat sneller: er wordt meer zuurstof opgenomen.
  - Het hart klopt sneller: er vindt meer transport plaats.
  - Er komt meer warmte vrij.

DOELSTELLING 4

Je moet het verschil in verbranding bij koudbloedige en bij warmbloedige dieren kunnen beschrijven.

- Bij koudbloedige dieren is de lichaamstemperatuur afhankelijk van de temperatuur van de omgeving.
  - Bij lage temperaturen verloopt de verbranding in cellen langzaam. Er komt dan maar weinig energie vrij.
  - Hierdoor zijn koudbloedige dieren bij lage temperaturen weinig actief.
- Bij warmbloedige dieren is de lichaamstemperatuur constant.
  - De activiteit van warmbloedige dieren is minder afhankelijk van de temperatuur van hun omgeving.
- Om de lichaamstemperatuur constant te houden, is veel energie (en dus verbranding) nodig en wordt warmteverlies voorkomen.
  - Warmbloedige dieren hebben vaak vormen van isolatie.
  - Veel warmbloedige dieren trekken in de herfst weg naar warmere streken. Er zijn ook warmbloedige dieren die een winterslaap houden.

DOELSTELLING 5

Je moet kunnen beschrijven hoe de gaswisseling plaatsvindt bij verschillende diergroepen.

- Eencelligen: gaswisseling via het celmembraan.
- Tracheeën zijn vertakte buisjes met lucht die overal in het lichaam eindigen.
  - Stigma's: openingen waardoor lucht de tracheeën in stroomt.
  - Insecten hebben een tracheeënstelsel.
- Gaswisseling in kieuwen.
  - Kieuwen bestaan uit kieuwbogen (met kieuwplaatjes en kieuwlamellen).
  - In kieuwen kan veel gaswisseling plaatsvinden doordat de kieuwlamellen zorgen voor een groot oppervlak en doordat bloed en water in tegenovergestelde richting stromen (tegenstroomprincipe).

- Gaswisseling in longen.
  - Met longen kan zuurstof uit de lucht worden opgenomen.
  - Longen komen voor bij volwassen amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren.

DOELSTELLING 6

Je moet de delen van het ademhalingsstelsel kunnen noemen met hun kenmerken en functies.

- Het ademhalingsstelsel bestaat voor een groot deel uit buisjes die bekleed zijn met slijmvlies.
  - Aan het slijm blijven ziekteverwekkers en stofdeeltjes plakken.
  - Trilharen transporteren het slijm naar de keelholte waar het wordt ingeslikt.
- Neusholte.
  - Neusharen houden grote stofdeeltjes tegen.
  - Binnenstromende lucht wordt door het neusslijmvlies verwarmd en vochtig gemaakt.
  - Het reukzintuig keurt de binnenstromende lucht.
- Keelholte: hierin bevinden zich de huig en het strotklepje.
  - Bij het ademhalen staan de huig en het strotklepje open.
  - Bij het slikken sluit de huig de neusholte af en het strotklepje sluit de luchtpijp af.
  - Verslikken: het strotklepje sluit de luchtpijp niet af tijdens het slikken.
- Strottenhoofd: hierin bevinden zich de stembanden.
- Luchtpijp en bronchiën.
  - De wand is verstevigd door hoefijzervormige kraakbeenringen die de luchtpijp openhouden.
  - De luchtpijp vertakt zich in bronchiën die met kraakbeenringen zijn verstevigd.
- Luchtpijptakjes: vertakkingen van de bronchiën.
  - De wanden van de kleine luchtpijptakjes bevatten spiertjes.
- Longblaasjes.
  - In longblaasjes wordt zuurstof vanuit de lucht opgenomen in het bloed in de longhaarvaten.
  - In longblaasjes wordt koolstofdioxide vanuit het bloed in de longhaarvaten afgegeven aan de lucht in de longblaasjes.
  - Het bloed wordt zuurstofrijk en koolstofdioxidearm.
  - Gaswisseling in de longen kan snel plaatsvinden, doordat de longblaasjes samen een groot oppervlak hebben en doordat hun wand dun is.

DOELSTELLING 7

Je moet kunnen beschrijven hoe een inademing en hoe een uitademing tot stand komen.

- Bij gewone ademhaling vinden ribademhaling en middenrifademhaling beide plaats.
  - Bij ribademhaling (borstademhaling) bewegen de ribben en het borstbeen omhoog en omlaag.

Inademen	Uitademen
1 De ribben en het borstbeen bewegen omhoog.	1 De ribben en het borstbeen bewegen omlaag.
2 De borstholte wordt groter.	2 De borstholte wordt kleiner.
3 De longen worden groter.	3 De longen worden kleiner.
4 Lucht stroomt naar binnen.	4 Lucht stroomt naar buiten.

  - Bij middenrifademhaling (buikademhaling) beweegt het middenrif omlaag en omhoog. Hierdoor gaat de buikwand naar voren en terug.

Inademen	Uitademen
1 Het middenrif beweegt omlaag (de buikwand gaat naar voren).	1 Het middenrif beweegt omhoog (de buikwand gaat terug).
2 De borstholte wordt groter.	2 De borstholte wordt kleiner.
3 De longen worden groter.	3 De longen worden kleiner.
4 Lucht stroomt naar binnen.	4 Lucht stroomt naar buiten.

DOELSTELLING 8

Je moet kunnen omschrijven wat er aan de hand is bij astma, COPD, een allergie en hooikoorts.

- Astma en COPD zijn chronische ziekten van de longen.
  - Astma- en COPD-patiënten hebben last van benauwdheid en hoesten veel.
  - Ze zijn erg gevoelig voor stofdeeltjes in de lucht.
  - Bij astma worden de luchtwegen nauwer, doordat spiertjes in de fijne vertakkingen van de bronchiën zich samentrekken.
  - Bij COPD zijn er ontstekingen waardoor het slijmvlies opzwelt, en kunnen de longblaasjes beschadigd zijn.
  - COPD wordt vooral door roken veroorzaakt.
- Allergie: een overgevoeligheid voor een of meer stoffen.
  - Je kunt allergisch zijn voor bijvoorbeeld huisstof (uitwerpselen van huisstofmijten), haren van dieren en bepaalde stoffen in het voedsel.
  - Als het lichaam in aanraking komt met deze stoffen, ontstaan allergische reacties.
  - Voorbeelden van allergische reacties: huiduitslag, een branderig gevoel, jeuk en ontstekingen.
- Hooikoorts: een allergie voor stuifmeelkorrels (pollen).
  - Allergische reacties bij hooikoorts: tranende ogen, ontstoken slijmvliezen, een loopneus en niesbuien.
  - Als je allergisch bent voor het stuifmeel van bomen, heb je vooral in het voorjaar last van hooikoorts.
  - Als je allergisch bent voor het stuifmeel van grassen, heb je vooral in de zomer last van hooikoorts.

DOELSTELLING 9

Je moet de schadelijke effecten van tabaksrook op je lichaam kunnen beschrijven.

- Tabaksrook is een mengsel van gassen en fijne teerdruppeltjes.
  - Nicotine, teer en koolstofmono-oxide zijn bestanddelen van tabaksrook.
- Nicotine zorgt ervoor dat je verslaafd raakt aan het roken.
  - Het lichaam van een roker heeft behoefte aan nicotine.
  - Als een roker stopt met roken, ontstaan ontwenningsverschijnselen.
- Teer beschadigt luchtwegen.
  - Door de teer raken trilhaarcellen beschadigd.
  - Stoffen in teer veroorzaken longkanker.
- Koolstofmono-oxide vermindert het vervoer van zuurstof door het bloed.
  - Doordat het bloed minder zuurstof kan vervoeren, is de conditie slechter.
- Bij passief roken adem je de rook in die door anderen is uitgeblazen.
  - Passief roken wordt ook wel meeroken genoemd.
- Enkele maatregelen die genomen zijn om roken tegen te gaan:
  - Het verhogen van de prijs door het heffen van extra belasting.
  - Op verpakkingen van rookwaren staan waarschuwingsteksten.
  - Het is verboden reclame te maken voor rookwaren.
  - Aan jongeren onder de 18 jaar mogen geen rookwaren worden verkocht.
  - Het is verboden in openbare ruimten en op de werkplek te roken.
- Roken is een verslaving.
  - Er treedt gewenning, geestelijke afhankelijkheid en lichamelijke afhankelijkheid op.
  - Wanneer een gebruiker stopt met roken, ontstaan ontwenningsverschijnselen.

EXTRA DOELSTELLING 10

Je moet de bouw en werking van de stembanden kunnen beschrijven.

- Stembanden: twee vliezen in het strottenhoofd.
  - De stembanden liggen achter het schildkraakbeen (de 'adamsappel').
  - Stemspleet: opening tussen de stembanden, waar lucht doorheen stroomt bij het ademen.
  - Bekerkraakbeentjes: bewegen de stembanden naar elkaar toe of van elkaar weg.
- De uitgeademde lucht kan de stembanden in trilling brengen.
  - Als de stembanden strak gespannen staan, klinkt je stem hoog.
  - Als je krachtig uitademt, klinkt je stem hard.

EXTRA DOELSTELLING 11

Je moet kunnen omschrijven wat het ademvolume, de vitale capaciteit en het longvolume is.

- Ademvolume: de hoeveelheid lucht die bij een rustige ademhaling wordt in- en uitgeademd.
  - Dode ruimte is de lucht in de neusholte, keelholte, luchtpijp en bronchiën.
- Vitale capaciteit: de hoeveelheid lucht die maximaal per ademhaling kan worden in- of uitgeademd. De vitale capaciteit omvat:
  - het ademvolume;
  - inspiratoir reservevolume (lucht die bij een diepe inademing extra wordt ingeademd);
  - expiratoir reservevolume (lucht die bij een diepe uitademing extra wordt uitgeademd).
- Longvolume: de inhoud van de longen.
  - Maximale longvolume = vitale capaciteit + lucht die na een diepe uitademing in de longen achterblijft (restvolume).

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geleerd een verschil in de hoeveelheid zuurstof en koolstofdioxide in lucht aan te tonen.
- Je hebt geoefend in het uitvoeren van een onderzoek.
- Je hebt geoefend in het aflezen van grafieken.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit krantenartikelen en folders.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geleerd hoe je de vitale capaciteit van iemand kunt meten.
- Je hebt geoefend in het ontwerpen van een onderzoek.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een longarts. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

In afbeelding 42 is schematisch verbranding weergegeven. Enkele woorden zijn vervangen door getallen.
Beantwoord de volgende vragen.
Vraag 1 tot en met 3 gaan over deze afbeelding.

1 Als het schema de verbranding van benzine in een automotor voorstelt, welke stof moet dan worden ingevuld bij 2?
2 Hoe noem je in het algemeen stoffen die bij 1 kunnen worden ingevuld?
3 Stel dat het schema de verbranding van een kaars weergeeft.
Wat moet dan bij 3 worden ingevuld?
4 Welke stof kun je aantonen met helder kalkwater?
5 Hoe noemen we een stof waarmee je een andere stof kunt aantonen?

▼ **Afb. 42**

1 + zuurstof → water + 2 + energie (3 en warmte)

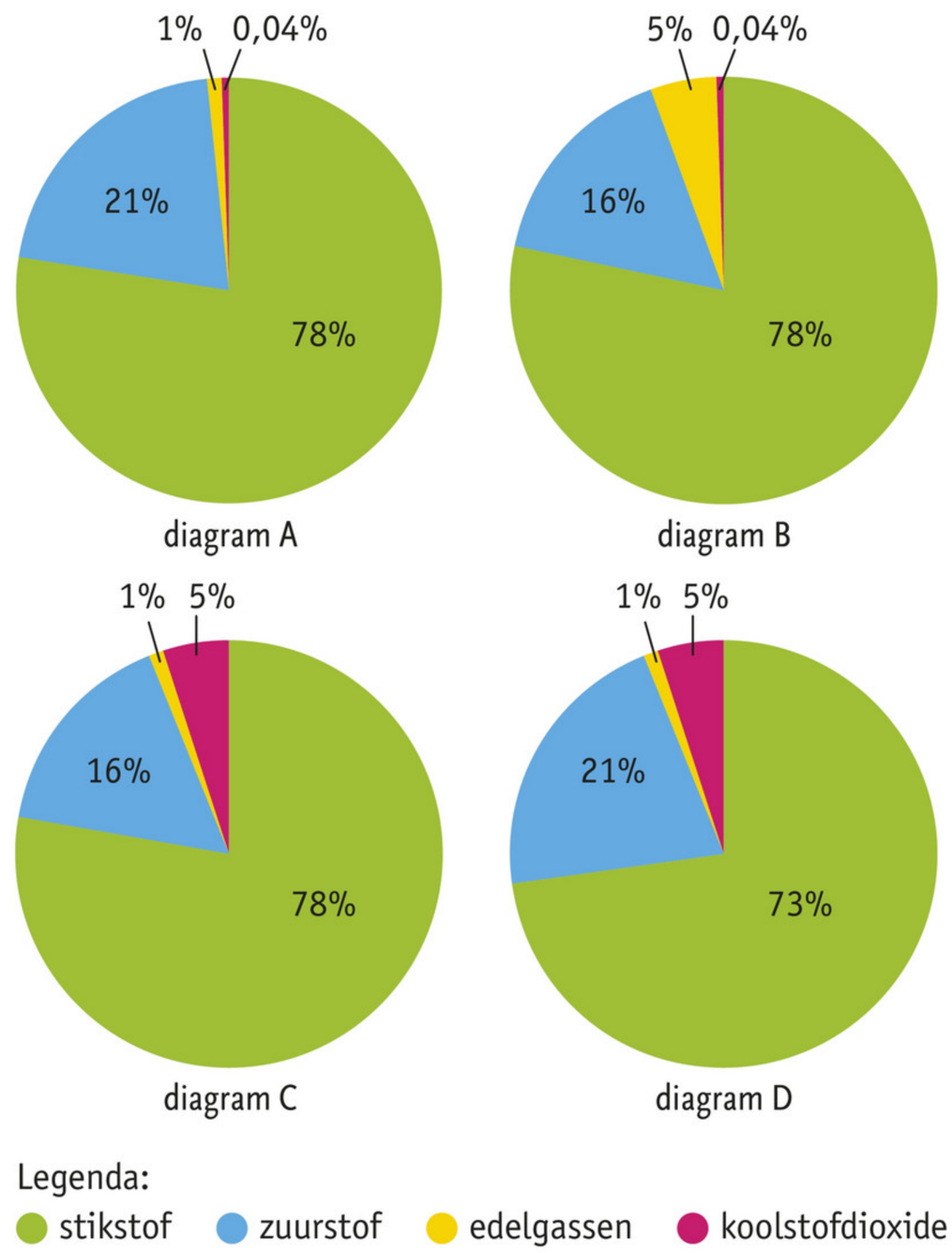
DOELSTELLING 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Welke gassen vormen samen 99% van de lucht?
- **A** Edelgassen en stikstof.
- **B** Edelgassen en zuurstof.
- **C** Stikstof en zuurstof.
- **D** Edelgassen, stikstof en zuurstof.

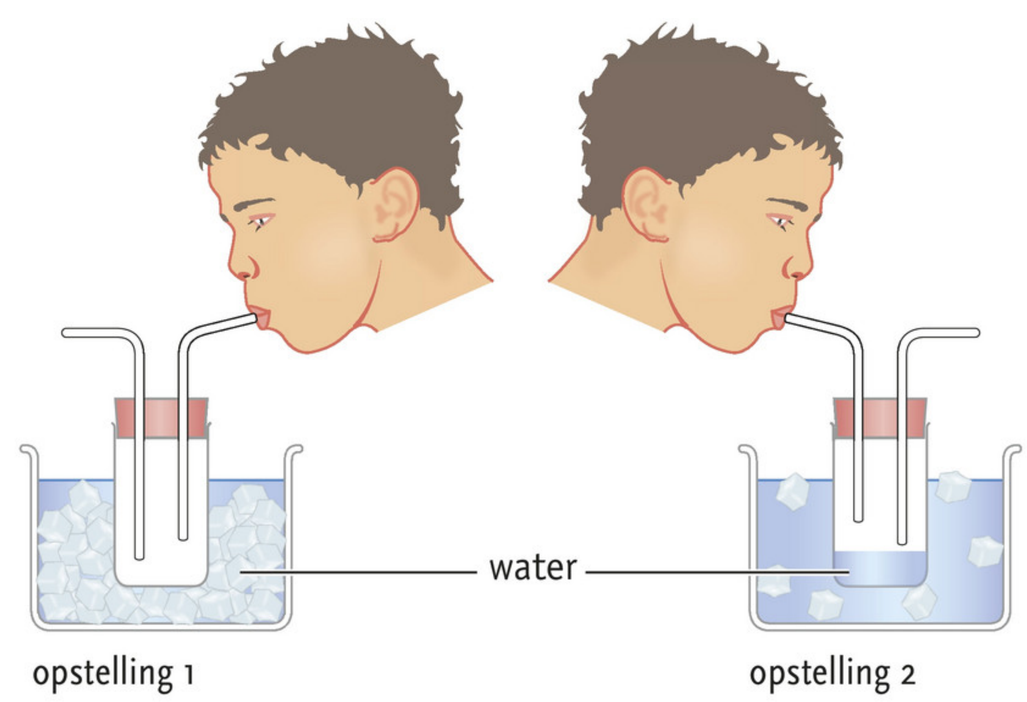
2 Tijdens een onderzoek wordt bij een proefpersoon de samenstelling van uitgeademde lucht bepaald.
Welk diagram in afbeelding 43 kan de samenstelling van de uitgeademde lucht door de proefpersoon juist weergeven?
- **A** Diagram A.
- **B** Diagram B.
- **C** Diagram C.
- **D** Diagram D.

▼ **Afb. 43**



3 De aanwezigheid van waterdamp in lucht kan met behulp van de proefopstelling van afbeelding 44 worden aangetoond. Door de lage temperatuur van ijs blijft in de buizen water uit de lucht achter.
Via opstelling 1 wordt gedurende 15 minuten buitenlucht ingeademd. Uitademen gebeurt door de neus.
Via opstelling 2 wordt gedurende 15 minuten lucht uitgeademd. Inademen gebeurt door de neus. Na het

▼ **Afb. 44**



ademhalen is in de buis van opstelling 2 meer water achtergebleven dan in de buis van opstelling 1. Ook is bij de buis van opstelling 2 meer ijs gesmolten dan bij de buis van opstelling 1.
Vier uitspraken over dit onderzoek zijn:

1 Bij verbranding in het lichaam ontstaat water.
2 De ingeademde lucht bevat minder water dan uitgeademde lucht.
3 De ingeademde lucht is kouder dan de uitgeademde lucht.
4 De lichaamstemperatuur is hoger dan de omgevingstemperatuur.

Welke uitspraken kunnen een conclusie zijn uit het onderzoek?

A Alleen uitspraak 1, 2 en 3.
B Alleen uitspraak 1, 3 en 4.
C Alleen uitspraak 2, 3 en 4.
D Alle vier de uitspraken.

DOELSTELLING 3

Beantwoord de volgende vragen.

1 Pronkerwten zijn eenjarige planten die veel in tuinen staan (zie afbeelding 45). Er zijn veel verschillende variëteiten te koop in allerlei kleuren. Na de bloei groeien uit de bloemen peulen met zaden: de erwten. Als de zaden rijp zijn, sterft de plant af. Kwekers van pronkerwten verzamelen in de herfst de zaden. De zaden worden in de winter bewaard. In het voorjaar kunnen de zaden dan worden verkocht.

▼ **Afb. 45** Pronkerwt (*Lathyrus odoratus*).

Tijdens het bewaren van de zaden in de winter gaan sommige zaden dood.
Zullen zaden die kunnen kiemen zuurstof verbruiken? En zaden die dood zijn? Leg je antwoord uit.

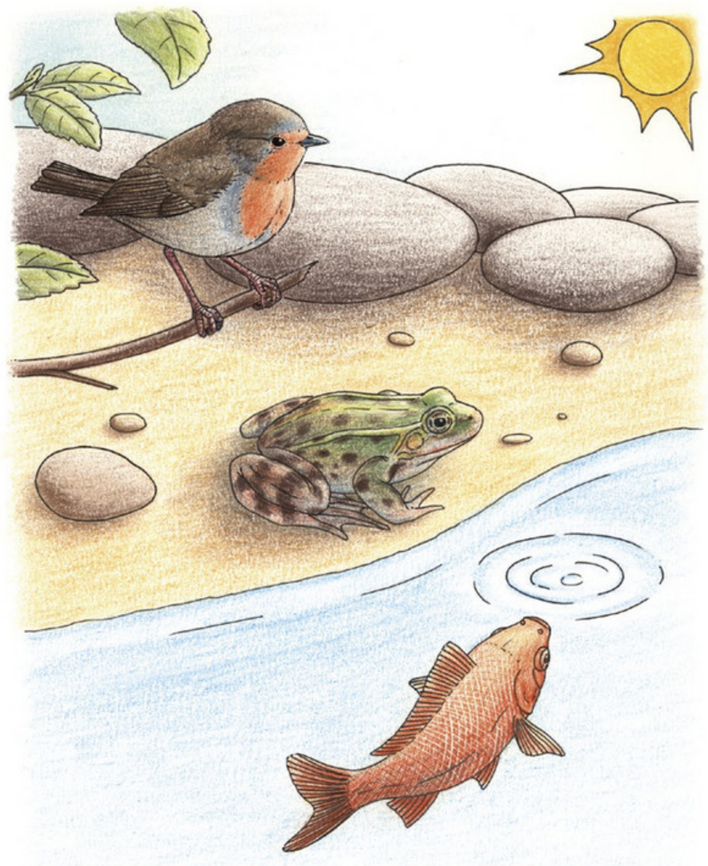
Vraag 2 tot en met 4 gaan over veranderingen die in je lichaam optreden tijdens lichamelijke inspanning.

2 Tijdens lichamelijke inspanning krijg je het warm. Leg uit waardoor dit komt.
3 Tijdens lichamelijke inspanning vindt in de spieren verbranding van glucose plaats.
Welke energieovergang vindt dan in ieder geval in de spieren plaats?
4 Tijdens lichamelijke inspanning stroomt het bloed snel.
Welk voordeel heeft dit voor de spiercellen?

DOELSTELLING 4

Op een vroege voorjaarsochtend zit een kikker aan de rand van een vijver in de zon. Dicht bij deze kikker zit een roodborstje. In het water bevindt zich een goudvis (zie afbeelding 46). De dieren bewegen zich niet.

▼ **Afb. 46**

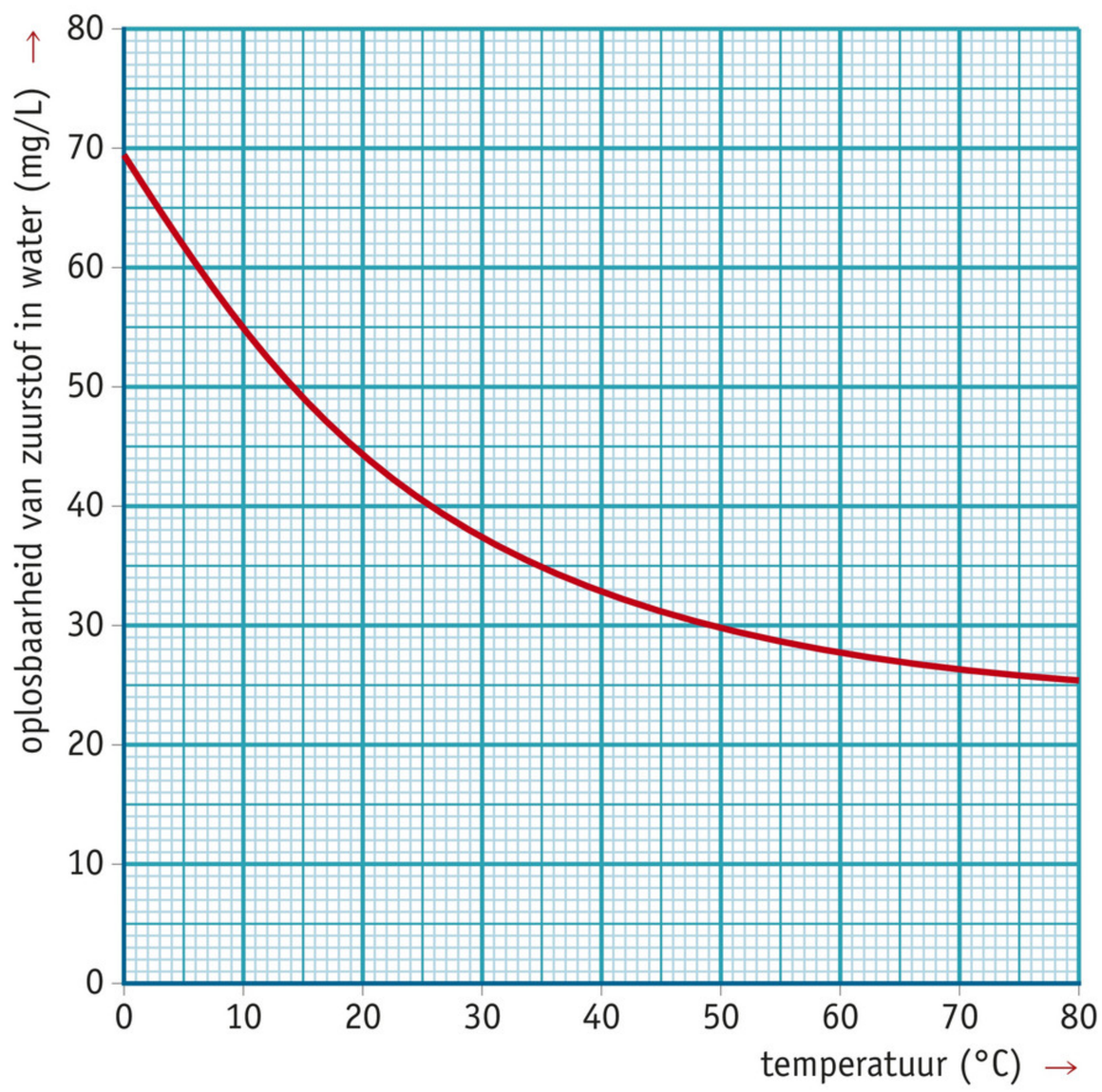


Beantwoord de volgende vragen over de dieren in afbeelding 46.

1 Welk van deze dieren heeft een constante lichaamstemperatuur?
2 Op een zonnige voorjaarsochtend is de temperatuur van de lucht hoger dan de temperatuur van het water in de vijver.
Welk dier zal dan de minste zuurstof nodig hebben?
3 Welk dier heeft (of welke dieren hebben) een vetlaag onder de huid?

De volgende informatie hoort bij vraag 4 en 5.
Als het water ondiep is, kan op een hete zonnige dag het water in de vijver erg warm worden. Hierdoor kunnen goudvissen in de vijver doodgaan.
Een van de oorzaken hiervan heeft te maken met de hoeveelheid zuurstof in het water (zie afbeelding 47).

▼ **Afb. 47** De oplosbaarheid van zuurstof in water hangt af van de temperatuur.



4 Welke oorzaak kun je uit afbeelding 47 afleiden?

5 Het feit dat vissen koudbloedig zijn, vergroot de kans dat vissen in warm water doodgaan. Leg dit uit.

DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 In afbeelding 48 zie je een hazelworm en een rondworm. Een hazelworm leeft op het land, de rondworm in het water. Bij de foto's staan de afmetingen van de dieren vermeld.
Bij welk dier zijn speciale gaswisselingsorganen te verwachten? Waarom?

A Bij de hazelworm, omdat dit dier op het land leeft.
B Bij de hazelworm, omdat dit dier veel groter is dan de rondworm.
C Bij de rondworm, omdat dit dier in het water leeft.
D Bij de rondworm, omdat dit dier veel kleiner is dan de hazelworm.

▼ **Afb. 48**

1 hazelworm (50 cm lang)

2 rondworm (0,1 cm lang)

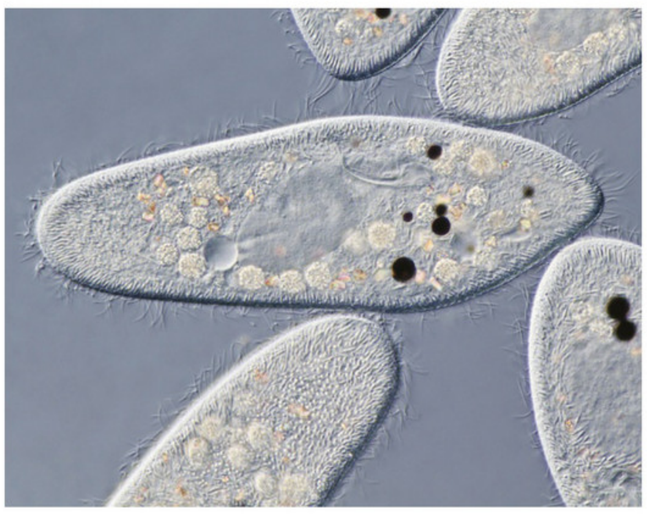
2 In slootwater leven onder andere klokdiertjes, muggenlarven en pantoffeldiertjes (zie afbeelding 49).
Bij welke van deze dieren vindt alleen gaswisseling via het celmembraan plaats?

A Bij klokdiertjes en muggenlarven.
B Bij klokdiertjes en pantoffeldiertjes.
C Bij muggenlarven en pantoffeldiertjes.
D Bij zowel klokdiertjes, muggenlarven als pantoffeldiertjes.

▼ **Afb. 49**

1 klokdiertje (vergroting 100×)

2 muggenlarve

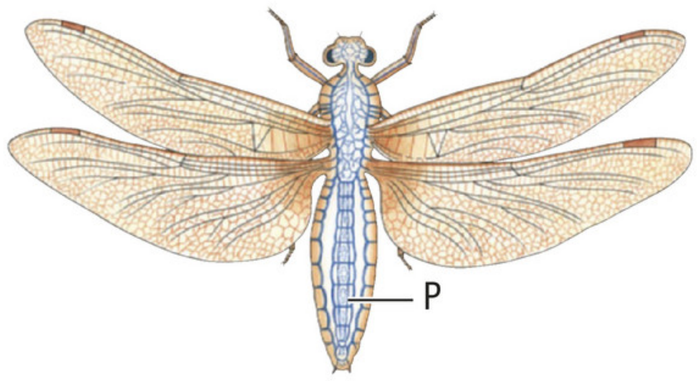


3 pantoffeldiertje (vergroting 250×)

3 In afbeelding 50 is een insect getekend. Met P is een deel van het ademhalingsstelsel aangegeven.
Hoe heet het deel dat met P is aangegeven? En wat bevindt zich in dit deel?

	Dit deel heet	*Dit deel bevat*
A	stigma.	bloed.
B	stigma.	lucht.
C	trachee.	bloed.
D	trachee.	lucht.

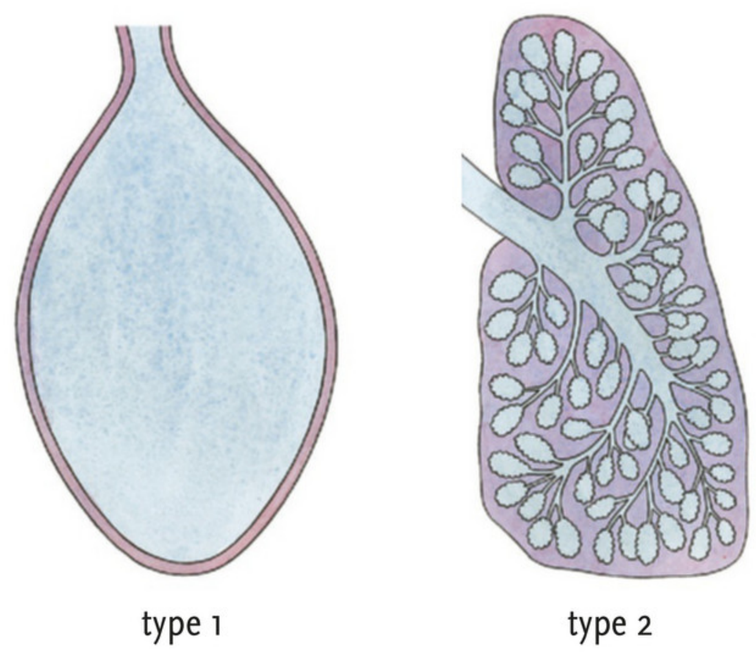
▼ **Afb. 50**



4 In kieuwen is sprake van het tegenstroomprincipe. In welk deel van de kieuwen is sprake van dit tegenstroomprincipe?
- **A** In de kieuwbogen.
- **B** In de kieuwlamellen.
- **C** In de kieuwplaatjes.
- **D** In de kieuwspleten.

5 In afbeelding 51 zijn twee typen longen schematisch getekend.
Bij welk type zal per minuut de meeste zuurstof kunnen worden opgenomen? En waardoor komt dit?
- **A** Bij type 1, want dat bevat de meeste lucht.
- **B** Bij type 1, want daar is het uitwisselingsoppervlak het grootst.
- **C** Bij type 2, want dat bevat de meeste lucht.
- **D** Bij type 2, want daar is het uitwisselingsoppervlak het grootst.

▼ **Afb. 51**



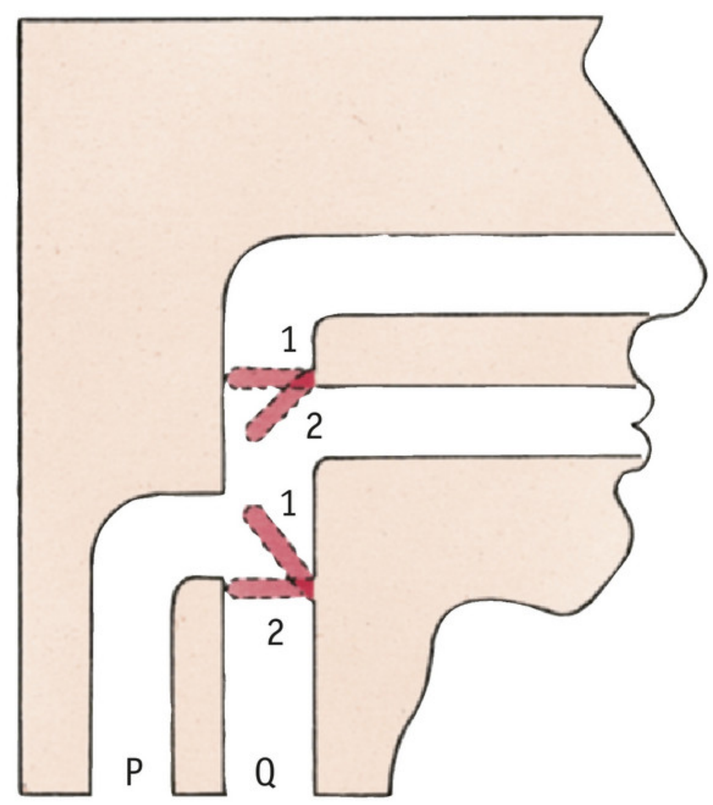
DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Een leerling vraagt aan zijn medeleerlingen waarom neusademhaling gezonder is dan mondademhaling. Judy antwoordt dat dit zo is, omdat bij neusademhaling ziekteverwekkers in de binnenstromende lucht beter worden tegengehouden dan bij mondademhaling. Ricardo antwoordt dat dit zo is, omdat bij neusademhaling er meer zuurstof de longen binnenkomt dan bij mondademhaling.
Wie heeft (hebben) gelijk?
- **A** Geen van beiden heeft gelijk.
- **B** Alleen Judy heeft gelijk.
- **C** Alleen Ricardo heeft gelijk.
- **D** Beiden hebben gelijk.

De volgende informatie hoort bij vraag 2 en 3.
In afbeelding 52 is een doorsnede van de keelholte schematisch getekend. Enkele delen zijn met letters aangegeven. De huig en het strotklepje zijn in twee standen weergegeven.

▼ **Afb. 52**



2 In welke stand bevindt de huig zich bij het ademhalen? En in welke stand bevindt het strotklepje zich dan?

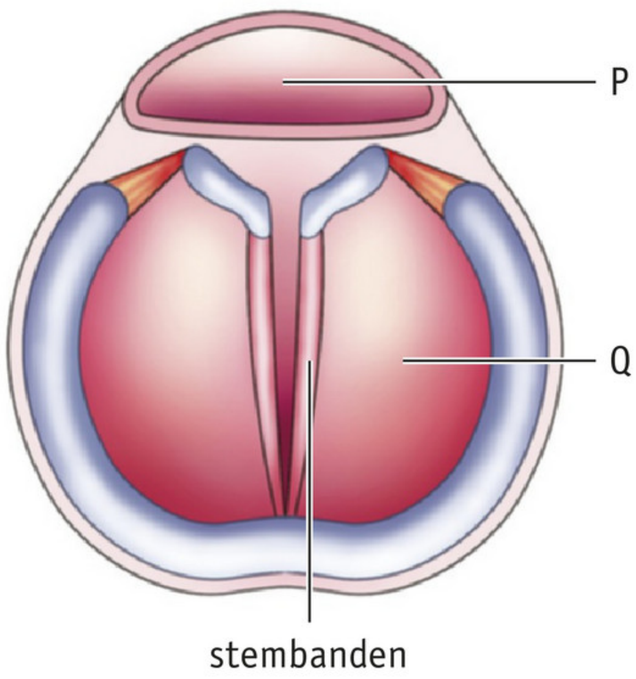
	De huig	*Het strotklepje*
A	in stand 1	in stand 1
B	in stand 1	in stand 2
C	in stand 2	in stand 1
D	in stand 2	in stand 2

3 Wat gebeurt er als je je verslikt? Waardoor wordt dit veroorzaakt?
- **A** Er komt voedsel in deel P terecht, doordat de huig verkeerd staat.
- **B** Er komt voedsel in deel P terecht, doordat het strotklepje verkeerd staat.
- **C** Er komt voedsel in deel Q terecht, doordat de huig verkeerd staat.
- **D** Er komt voedsel in deel Q terecht, doordat het strotklepje verkeerd staat.

4 In afbeelding 53 is een dwarsdoorsnede van de luchtpijp en de slokdarm van een mens schematisch getekend. Bevindt de luchtpijp zich bij P of bij Q? En ligt P of Q aan de kant van de wervelkolom?

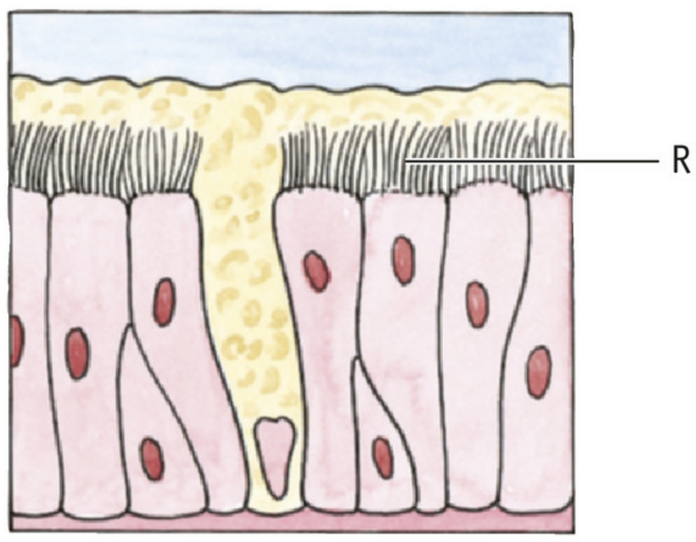
	De luchtpijp bevindt zich bij	*Aan de kant van de wervelkolom ligt*
A	P.	P.
B	P.	Q.
C	Q.	P.
D	Q.	Q.

▼ **Afb. 53**



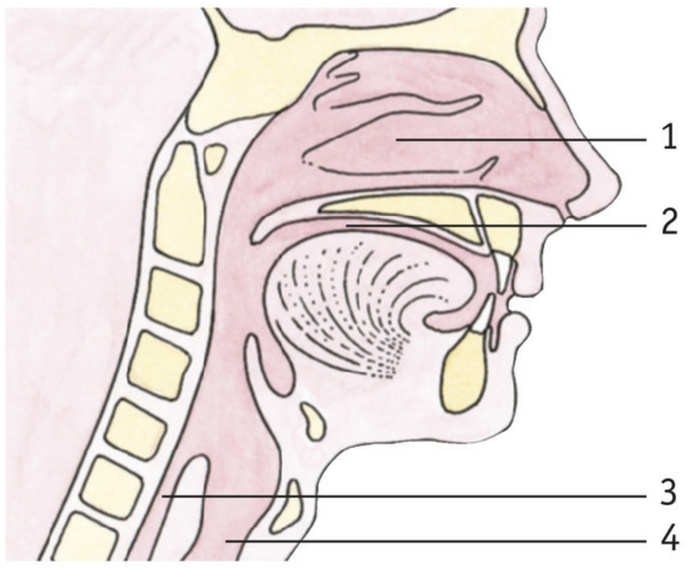
5 In afbeelding 54 is een deel van de wand van het ademhalingsstelsel van de mens sterk vergroot getekend.
Wat is de functie van R?
- **A** De binnenstromende lucht keuren.
- **B** Ingeademde stofdeeltjes tegenhouden.
- **C** Slijm produceren.
- **D** Slijm verplaatsen naar de keelholte.

▼ **Afb. 54**



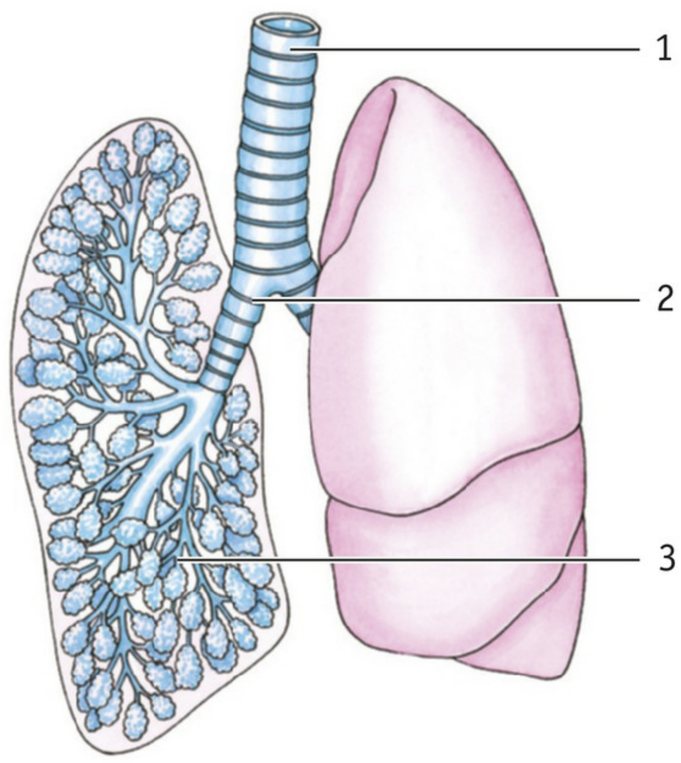
6 In afbeelding 55 is een doorsnede van een deel van het hoofd getekend.
Op welke van de genummerde plaats of plaatsen in afbeelding 55 komt het weefsel van afbeelding 54 voor?
- **A** Alleen op plaats 4.
- **B** Op de plaatsen 1 en 2.
- **C** Op de plaatsen 1 en 4.
- **D** Op de plaatsen 1, 3 en 4.

▼ **Afb. 55**



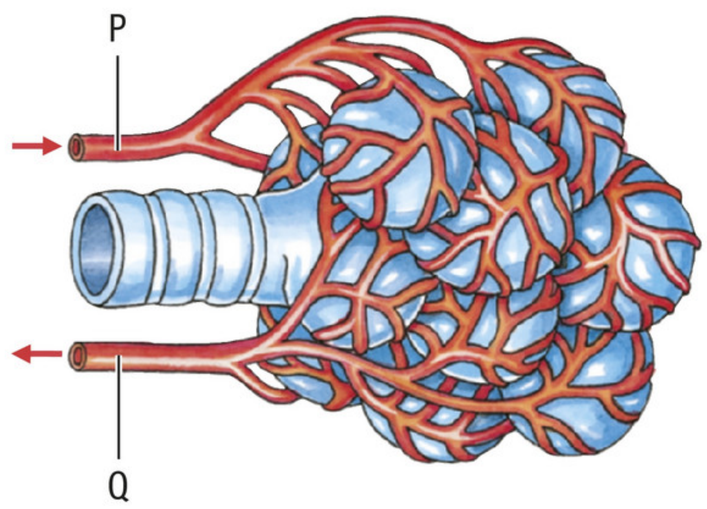
7 In afbeelding 56 is een deel van het ademhalingsstelsel van de mens schematisch getekend.
Bij welke van de genummerde delen is de wand verstevigd met kraakbeenringen?
- **A** Alleen bij 1.
- **B** Alleen bij 2.
- **C** Alleen bij 1 en 2.
- **D** Bij 1, 2 en 3.

▼ **Afb. 56**

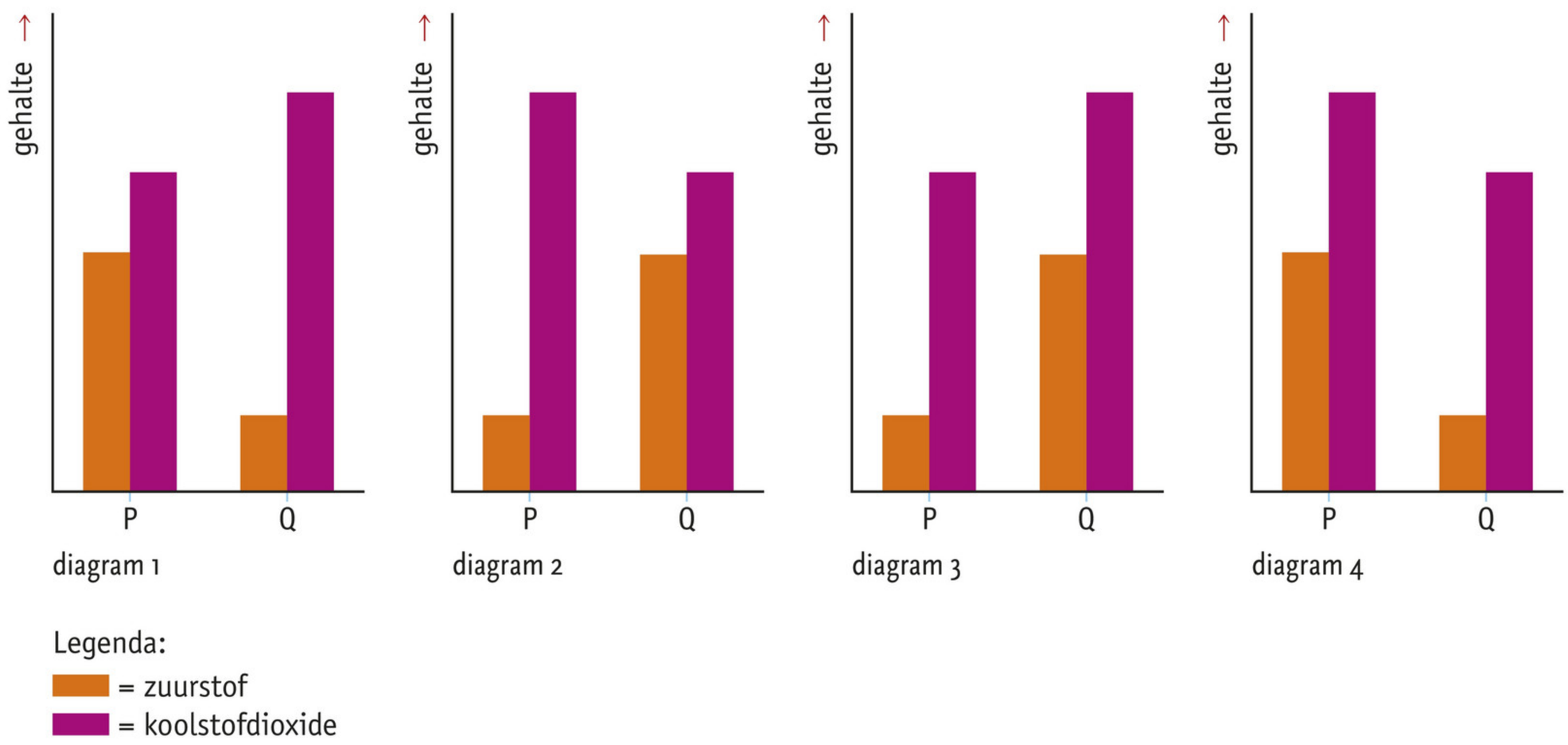


8 In afbeelding 57 zijn enkele longblaasjes en longhaarvaten van de mens getekend. De pijlen geven de stroomrichting van het bloed aan. Op de plaatsen P en Q worden het zuurstof- en het koolstofdioxidegehalte van het bloed gemeten.

▶ **Afb. 57**



▼ **Afb. 58**



In welk diagram van afbeelding 58 kunnen de resultaten van deze metingen juist zijn weergegeven?

A In diagram 1.
B In diagram 2.
C In diagram 3.
D In diagram 4.

DOELSTELLING 7

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 In welke richting bewegen de ribben en het borstbeen bij een normale inademing? En in welke richting beweegt het middenrif?

	Ribben en borstbeen	*Middenrif*
A	omhoog	omhoog
B	omhoog	omlaag
C	omlaag	omhoog
D	omlaag	omlaag

2 Bij welke ademhalingsbeweging gaat de buikwand naar voren?

A Bij inademing door middel van ribademhaling.
B Bij inademing door middel van middenrif-ademhaling.
C Bij uitademing door middel van ribademhaling.
D Bij uitademing door middel van middenrif-ademhaling.

3 Bij inademing door middel van ribademhaling vinden de volgende gebeurtenissen plaats:

1 De longen worden groter.
2 De lucht stroomt naar binnen.
3 De ribben en het borstbeen bewegen omhoog.
4 De borstholte wordt groter.

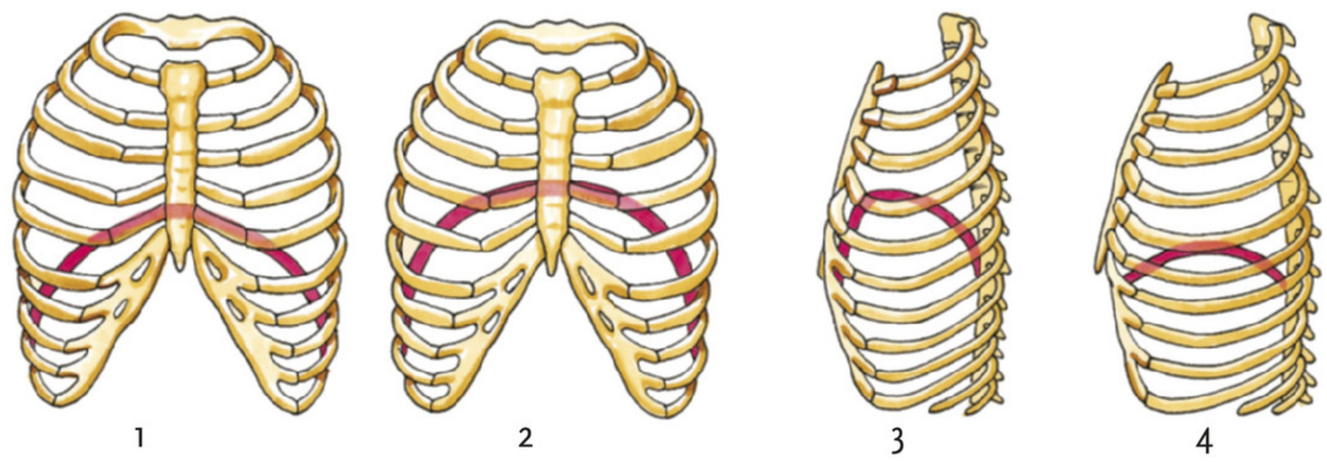
In welke volgorde vinden deze gebeurtenissen plaats?

A 2 – 1 – 4 – 3.
B 4 – 3 – 2 – 1.
C 3 – 4 – 1 – 2.
D 1 – 2 – 3 – 4.

4 Bij een persoon beweegt het middenrif naar boven. Wordt hierdoor de borstholte groter of kleiner? Heeft dit inademing of uitademing tot gevolg?

A De borstholte wordt groter, waardoor inademing plaatsvindt.
B De borstholte wordt groter, waardoor uitademing plaatsvindt.
C De borstholte wordt kleiner, waardoor inademing plaatsvindt.
D De borstholte wordt kleiner, waardoor uitademing plaatsvindt.

▼ Afb. 59



5 In afbeelding 59 is de borstkas viermaal schematisch getekend. De rode lijn geeft de stand van het middenrif aan.
Welke tekeningen geven de stand na een uitademing weer?
- **A** De figuren 1 en 3.
- **B** De figuren 1 en 4.
- **C** De figuren 2 en 3.
- **D** De figuren 2 en 4.

6 Bij de hik trekken middenrifspieren zich krampachtig samen. Door de adem in te houden of door wat water te drinken tijdens het hikken, gaat de hik meestal wel over. Gaat bij het hikken het middenrif omhoog of omlaag? Heeft dit uitademing of inademing tot gevolg?

	Het middenrif gaat	*Inademing of uitademing*
A	omhoog	inademing
B	omhoog	uitademing
C	omlaag	inademing
D	omlaag	uitademing

DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Een bepaald geneesmiddel tegen astma wordt door middel van een inhalator ingeademd.
Hier staan drie eigenschappen van de longen van mensen.
1. De longen van een volwassene hebben een inhoud van 3 tot 6 L.
2. De wand van longblaasjes en longhaarvaten is erg dun.
3. Het oppervlak van alle longblaasjes samen is ongeveer zo groot als een half volleybalveld.

Door welke van deze eigenschappen wordt een geneesmiddel na het inademen snel in het bloed opgenomen?
- **A** Door eigenschappen 1 en 2.
- **B** Door eigenschappen 1 en 3.
- **C** Door eigenschappen 2 en 3.
- **D** Door alle drie de eigenschappen.

2 Astmapatiënten hebben soms last van hevige aanvallen. Zijn tijdens zo'n astma-aanval de spiertjes in de wand van de fijnste vertakkingen van de bronchiën samengetrokken of ontspannen? En is tijdens zo'n astma-aanval het slijmvlies aan de binnenkant van de luchtwegen erg dun of verdikt?

	De spiertjes zijn	*Het slijmvlies is*
A	samengetrokken.	erg dun.
B	samengetrokken.	verdikt.
C	ontspannen.	erg dun.
D	ontspannen.	verdikt.

3 Wordt astma veroorzaakt door roken? En COPD?
- **A** Geen van beide worden door roken veroorzaakt.
- **B** Alleen astma wordt door roken veroorzaakt.
- **C** Alleen COPD wordt door roken veroorzaakt.
- **D** Zowel astma als COPD wordt door roken veroorzaakt.

4 Waar is een hooikoortspatiënt speciaal allergisch voor?
- **A** Voor huidschilfers van dieren.
- **B** Voor huisstof.
- **C** Voor sigarettenrook.
- **D** Voor stuifmeelkorrels.

5 Drie verschijnselen die bij mensen met een allergie kunnen optreden, zijn een branderig gevoel, huiduitslag en jeuk.
Welke verschijnselen kunnen optreden als gevolg van een allergische reactie?
- **A** Branderig gevoel en huiduitslag.
- **B** Branderig gevoel en jeuk.
- **C** Huiduitslag en jeuk.
- **D** Alle drie de verschijnselen.

DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende vragen.

1 Welk bestanddeel in de rook van sigaretten is kankerverwekkend?

2 Waardoor neemt je conditie af als je rookt?

3 Noem een maatregel die is genomen om rokers te motiveren met roken te stoppen.
4 Noem twee maatregelen die genomen zijn om te voorkomen dat jongeren aan roken verslaafd raken.
5 Van welk bestanddeel van sigarettenrook word je geestelijk afhankelijk?
6 Waardoor is het voor een roker moeilijk om te stoppen met roken?

EXTRA DOELSTELLING 10

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

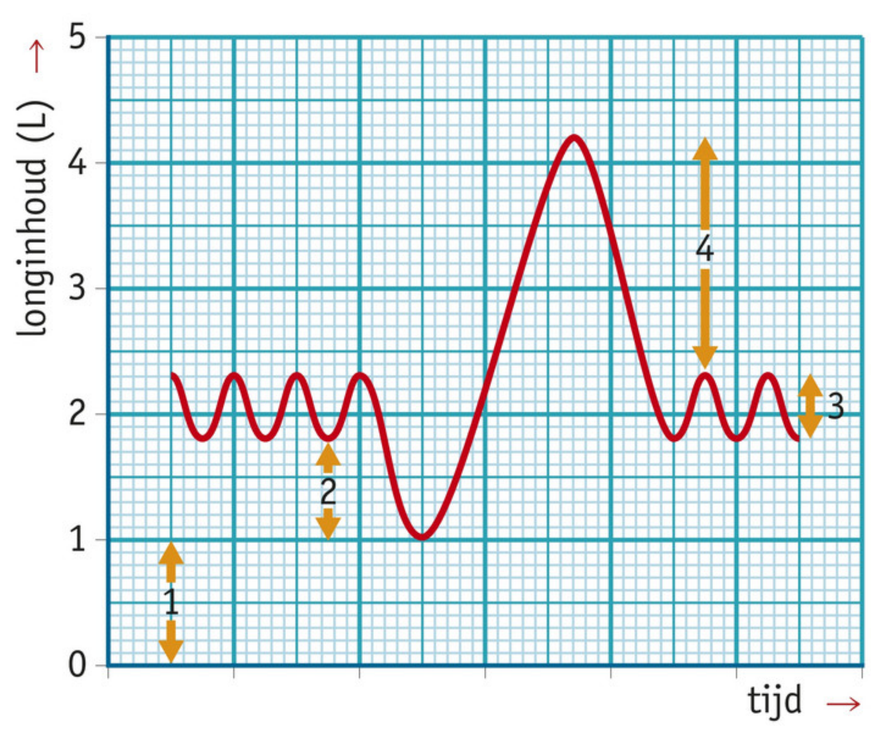
1 De stembanden zijn twee vliezen die in trilling kunnen worden gebracht.
2 Stembanden gaan trillen door de beweging van de bekerkraakbeentjes.
3 Tijdens het praten ontstaan klanken door de bewegingen van het schildkraakbeen.
4 De lengte van de stembanden heeft invloed op de toonhoogte die met de stem kan worden gemaakt.
5 De lengte van de stembanden heeft invloed op hoe hard je kunt praten.
6 Tijdens het zingen verander je met hulp van de bekerkraakbeentjes de opening van de stemspleet.

EXTRA DOELSTELLING 11

In afbeelding 60 is voor een bepaalde persoon het gemiddelde longvolume bij verschillende diepten van ademhaling in een diagram weergegeven.
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen met behulp van deze afbeelding.

1 In het diagram zijn vier genummerde pijlen weergegeven. Welke pijl geeft het ademvolume aan?
   A Pijl 1.
   B Pijl 2.
   C Pijl 3.
   D Pijl 4.

▼ **Afb. 60**



2 Hoeveel uitademingen zijn in het diagram weergegeven?
   A 1.
   B 6.
   C 7.
   D 12.

3 Hoe groot is het maximale longvolume van deze persoon?
   A Ongeveer 1 L.
   B Ongeveer 2,4 L.
   C Ongeveer 3,2 L.
   D Ongeveer 4,2 L.

4 Hoe groot is de vitale capaciteit van deze persoon?
   A Ongeveer 1 L.
   B Ongeveer 2,4 L.
   C Ongeveer 3,2 L.
   D Ongeveer 4,2 L.

De verrijkingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingsstof uit drie onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 De ademhaling bij vogels

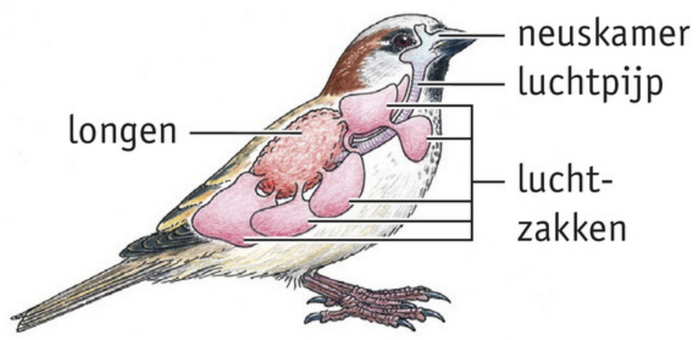
In de basisstof heb je geleerd hoe de longen van de mens zijn gebouwd. De longen van andere zoogdieren zijn op een vergelijkbare manier gebouwd. Door de borstholte groter te maken, stroomt lucht de longen in; door vervolgens de borstholte te verkleinen, stroomt lucht de longen uit. De longen van vogels werken anders. In deze verrijkingsstof leer je hoe de longen van vogels zijn gebouwd en hoe ze werken.

▼ **Afb. 61** Neusopeningen bij een vogel.

DE BOUW VAN DE LONGEN VAN VOGELS

Aan de bovenkant van de snavel bevinden zich bij vogels twee neusopeningen (zie afbeelding 61). Achter deze neusopeningen ligt een soort neusholte. Bij vogels wordt dit de neuskamer genoemd. In de neuskamer wordt de lucht verwarmd en vochtig gemaakt. Ook ligt hier het reukzintuig. De neuskamer staat in verbinding met de keelholte. Vanaf de keelholte gaat de luchtpijp naar de longen. De longen zijn kleiner dan de longen van zoogdieren en bevatten geen longblaasjes. De longen bestaan uit allemaal kleine buisjes. Om de buisjes heen liggen kleine bloedvaatjes. Aan de longen zitten luchtzakken vast (zie afbeelding 62).

▼ **Afb. 62** Ademhalingsstelsel van een vogel.

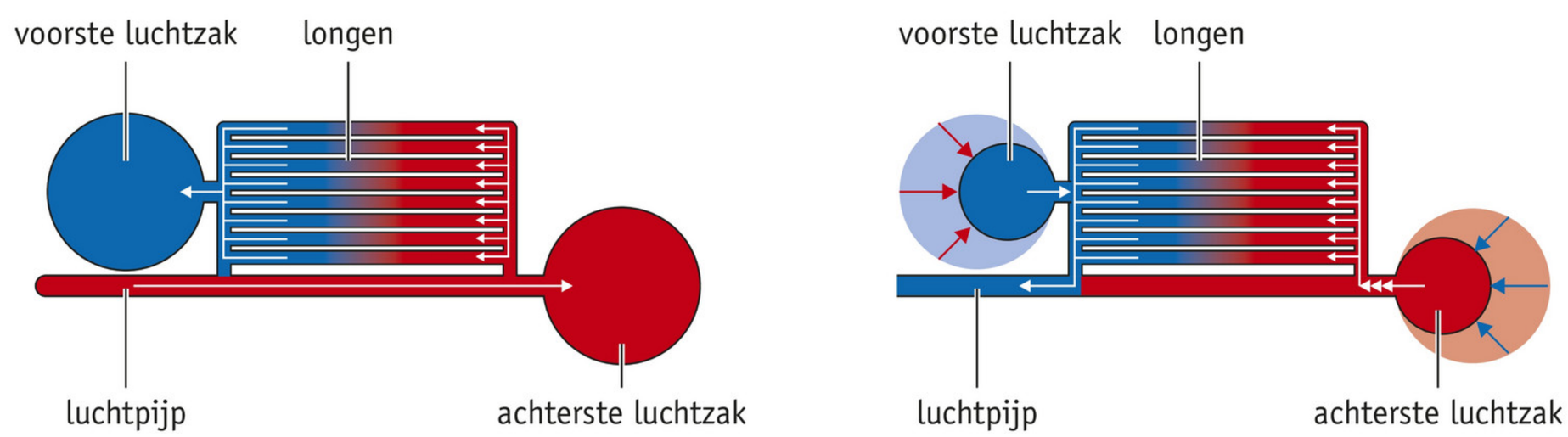


DE WERKING VAN DE LONGEN VAN VOGELS

Het ademhalingsstelsel van vogels werkt anders dan dat van zoogdieren. De longen van een vogel worden niet groter en kleiner. De luchtzakken om de longen wel. Een aantal luchtzakken ligt aan de voorkant van de longen, een aantal ligt meer aan de achterkant. Tijdens een inademing worden de luchtzakken groter. Vanuit de luchtpijp stroomt verse lucht naar de achterste luchtzakken, en vanuit de longen stroomt lucht naar de voorste luchtzakken (zie afbeelding 63.1). Bij een uitademing stroomt lucht vanuit de voorste luchtzakken via de luchtpijp naar buiten en stroomt lucht van de achterste luchtzakken de longen in (zie afbeelding 63.2). Doordat de luchtzakken werken als een soort blaasbalg, stroomt er steeds lucht met veel zuurstof langs de bloedvaatjes in de longen. Hierdoor gaat de uitwisseling van zuurstof en koolstofdioxide sneller dan bij zoogdieren.

▼ **Afb. 63** De werking van de longen van vogels (schematisch).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 35



1 de longen van een vogel na een inademing

2 de longen van een vogel na een uitademing

2 Geluiden van dieren

Mensen kunnen met elkaar praten doordat lucht hun stembanden laat trillen. Bij veel zoogdieren werkt dit op eenzelfde manier. Dieren die geen stembanden hebben, produceren geluiden op een andere manier. In deze verrijkingsstof leer je meer over geluiden van vogels en insecten.

DE SYRINX VAN VOGELS

Vogels hebben geen stembanden. Om geluid te kunnen maken, moeten ze de lucht dus op een andere manier laten trillen. Het orgaan dat vogels hierbij gebruiken, heet syrinx. De syrinx bestaat uit spieren en membranen (vliezen). Met de spieren kunnen vogels hun membranen strakker of losser spannen. Wanneer een membraan trilt, wordt geluid geproduceerd. De stand van het membraan bepaalt de toonhoogte van het geluid.
Stembanden van mensen zitten boven in de luchtpijp. De syrinx bevindt zich bij vogels lager in de luchtwegen. Het geluid dat vogels maken, noemen we ook wel 'fluiten' of 'zingen'. We onderscheiden hierin twee soorten vogels: zangvogels en niet-zangvogels. Bij zangvogels ligt de syrinx lager in de luchtwegen dan bij niet-zangvogels. Zangvogels hebben een dubbele syrinx.

STRIDULATIE BIJ INSECTEN

Veel insecten maken op een bijzondere manier geluid. Insecten hebben geen ademhalingsstelsel zoals zoogdieren dat hebben. Ze kunnen dus geen lucht langs stembanden blazen. Om geluid te maken, wrijven veel insecten bepaalde lichaamsdelen langs elkaar. Dit heet stridulatie. Zo kan een krekel met zijn achterpoten langs zijn achterlichaam wrijven, waardoor geluid ontstaat. Een sprinkhaan doet het iets anders: die wrijft zijn vleugels langs zijn achterlichaam.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 36

▼ **Afb. 64** Een zangvogel (nachtegaal).

▼ **Afb. 65** Een krekel.

3 Winterslaap

In de basisstof heb je geleerd dat sommige dieren een winterslaap houden. In deze verrijkingsstof leer je daar meer over. Je gaat vragen beantwoorden.

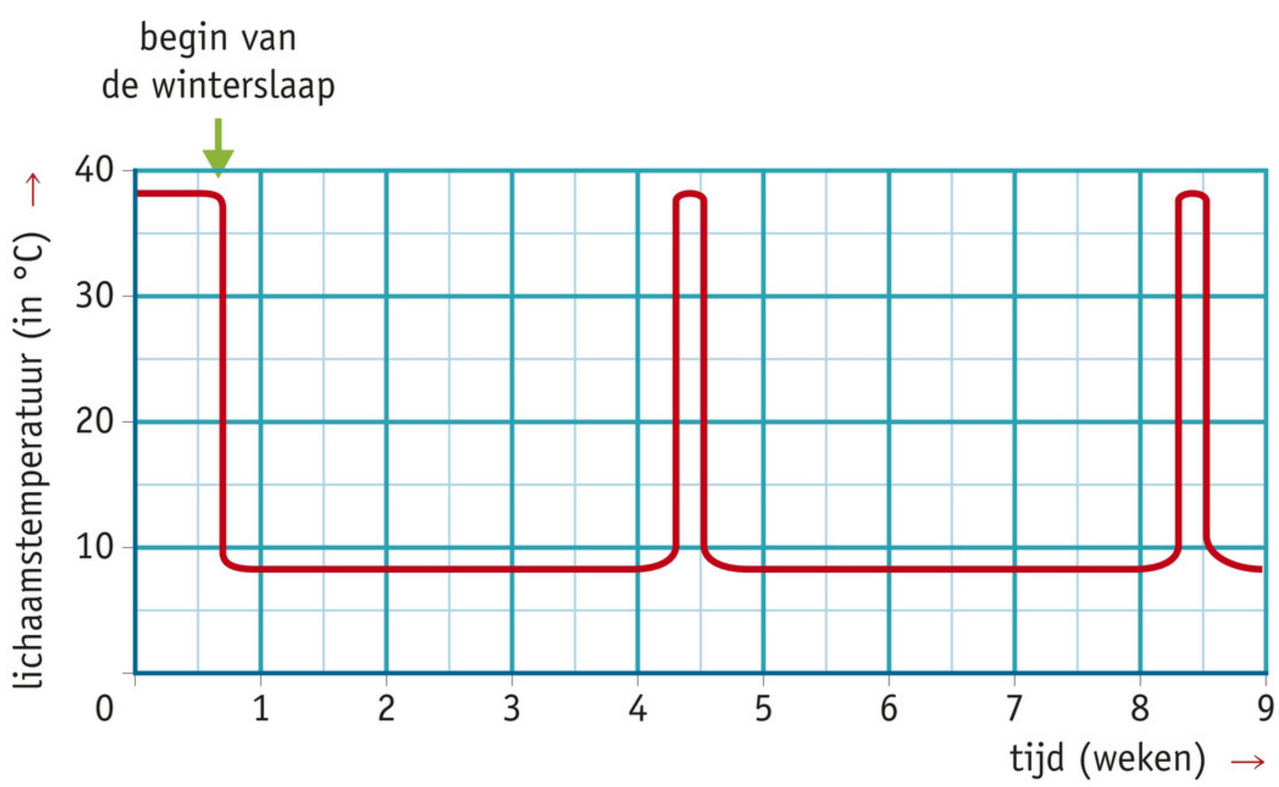
▼ **Afb. 66** Een vleermuis in winterslaap.

Egels, vleermuizen, marmotten en (wilde) hamsters houden een **winterslaap** in een hol, een grot of op een andere donkere plaats (zie afbeelding 66). Tijdens de winterslaap daalt hun lichaamstemperatuur tot ongeveer 5 °C. Bij deze lichaamstemperatuur vindt weinig verbranding plaats. Hierdoor hebben de dieren weinig zuurstof nodig. De ademhaling en de hartslag verlopen zeer langzaam.
Beren brengen de koudste maanden rustend door in een hol of grot. Bij beren daalt de lichaamstemperatuur niet zo sterk als bij dieren die een winterslaap houden. Beren houden een **winterrust**.

Dieren bereiden zich op de winterslaap of de winterrust voor. Als in de herfst de dagen korter worden, gaan deze dieren veel eten. Het lichaam legt een flinke vetvoorraad aan. Ook de vacht wordt dikker.
Tijdens de winterslaap produceren de cellen van het lichaam afvalstoffen die in de urine terechtkomen. Om de paar weken wordt een dier in winterslaap wakker. De lichaamstemperatuur stijgt dan snel tot ongeveer 37 °C. Het dier loost zijn urine. Vrij snel daarna begint de lichaamstemperatuur weer te dalen en enkele uren later is het dier terug in zijn winterslaap. In afbeelding 67 is de lichaamstemperatuur van een dier in winterslaap in een diagram weergegeven.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 38

▶ **Afb. 67**



2 Voeding en vertering

BASISSTOF

1 Voedsel 48
2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen 50
3 Voedsel conserveren 54
4 Gezonde voeding 57
5 Nadenken over eten 62
6 Het gebit 67
7 Het verteringsstelsel 72
8 Voeding en vertering bij zoogdieren 78

EXTRA BASISSTOF

9 De werking van enzymen 80
10 Voedselallergie en voedselintolerantie 81

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting 83
Diagnostische toets 88

VERRIJKINGSSTOF

1 Productinformatie 96
2 Vetten in je voeding 97
3 Het verteringsstelsel van een koe 98

Dit thema heet: Voeding en vertering. Het grootste deel van dit thema gaat over voeding en vertering bij de mens. In je voedsel zitten allerlei stoffen. Je leert hoe je ervoor kunt zorgen dat je voeding alle stoffen bevat die je lichaam nodig heeft.
Je voedsel kan niet zonder meer in je lichaam worden opgenomen. Het voedsel wordt voor het grootste deel eerst verteerd in je verteringsstelsel. In dit thema leer je wat vertering is en welke organen een functie hebben bij de vertering. Ook leer je hoe je voedsel langer kunt bewaren.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Voedsel

▼ **Afb. 1**

Voor het goed functioneren van je lichaam heb je voedsel nodig. Bij een tekort functioneert je lichaam minder goed. Vaak begint dit met een verminderde concentratie (zie afbeelding 1). Het hongergevoel vraagt steeds meer van je aandacht, waardoor steeds minder aandacht over is voor andere zaken.

In Nederland en de meeste andere westerse landen is genoeg voedsel voor iedereen. Echte honger kennen we daardoor niet. Veel mensen hebben zelfs last van overgewicht doordat ze te veel eten. Er zijn ook gebieden in bijvoorbeeld Afrika en Azië waar niet voldoende voedsel voor iedereen is. Hier worden mensen en vooral kinderen ernstig ziek en overlijden aan de gevolgen van te weinig voedsel.

VERSCHILLENDE VOEDINGSMIDDELEN

In thema 6 Waarneming, regeling en gedrag van deel 1 heb je geleerd dat honger een inwendige prikkel is. Deze inwendige prikkel veroorzaakt gedrag. Om je honger te stillen ga je eten. Wat je eet, hangt onder andere af van de tijd van de dag, van het jaargetijde en van waar je woont. Mensen in Azië eten vaak ander voedsel dan mensen in bijvoorbeeld Europa (zie afbeelding 2).

▼ **Afb. 2** Wat eten ze in ...

Alle producten die je eet of drinkt, noem je **voedingsmiddelen**. Voedingsmiddelen kunnen plantaardig of dierlijk zijn (zie afbeelding 3). In deel 1 heb je geleerd dat wortels, stengels, bladeren, vruchten en zaden kunnen dienen als voedsel voor de mens. De planten waarvan deze delen afkomstig zijn, zijn meestal speciaal daarvoor gekweekt.
Dierlijke voedingsmiddelen zijn afkomstig van dieren of van producten van dieren. Als je vlees eet, is dit meestal afkomstig van dieren die speciaal daarvoor zijn gefokt. Delen van deze dieren kunnen ook zijn bewerkt, bijvoorbeeld tot worst. Eieren en melk zijn voorbeelden van producten van dieren. Van melk kunnen allerlei **zuivelproducten** worden gemaakt, bijvoorbeeld boter, kaas en yoghurt. Het meeste vlees is afkomstig van koeien, kippen, schapen en varkens. Het fokken van deze dieren veroorzaakt milieuproblemen. Daarom zoekt men naar andere mogelijkheden om dierlijke voedingsmiddelen te produceren (zie afbeelding 4).

▼ **Afb. 3**

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 40

1 plantaardige voedingsmiddelen

2 dierlijke voedingsmiddelen

▼ **Afb. 4**

Insecten als voedingsmiddel in opkomst

In Nederland moeten de meeste mensen er nog niet aan denken. In Afrikaanse landen zoals Kenia is het heel gewoon. Entomofagie, zoals het eten van insecten wordt genoemd, is aan een grote opmars begonnen. Het is even wennen, zeker als je insecten alleen maar ziet als irritante, kriebelige beestjes.
Insecten zijn klein en bevatten veel eiwitten. Doordat insecten zo klein zijn, zijn ze gemakkelijk in grote hoeveelheden op een relatief kleine oppervlakte te kweken.
Insecten worden ook wel genoemd als vleesvervangers in onze maaltijden. In plaats van elke dag een stukje vlees bij je maaltijd zou je dus een hoopje gegrilde of geroosterde insecten kunnen eten. Voor het kweken van vlees is meer energie nodig dan voor het kweken van insecten. Ook is het kweken van insecten minder belastend voor het milieu.

2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen

Voedingsmiddelen bevatten allerlei voedingsstoffen. Voedingsstoffen zijn de bruikbare bestanddelen van voedingsmiddelen. Veel plantaardige voedingsmiddelen bevatten bovendien voedingsvezel. Voedingsvezel is een verzamelnaam voor de onverteerbare stoffen in plantaardig voedsel.

VOEDINGSSTOFFEN

Voedingsstoffen kunnen in je lichaam verschillende functies vervullen (zie afbeelding 5).

Bouwstoffen zijn nodig voor groei en ontwikkeling van je lichaam en voor herstel bij verwondingen en beschadigingen. Met behulp van bouwstoffen kan je lichaam nieuwe cellen en weefsels maken.

Brandstoffen leveren **energie**. In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat in elke cel van je lichaam verbranding plaatsvindt. Voor deze verbranding zijn brandstoffen nodig die energie leveren. Alle organen in je lichaam hebben energie nodig om te kunnen werken. Ook voor het op peil houden van je lichaamstemperatuur en voor groei, ontwikkeling en herstel van je lichaam is energie nodig.

Reservestoffen zijn niet direct nodig als bouwstoffen of brandstoffen. Ze worden opgeslagen in bepaalde delen van je lichaam.

Er zijn zes groepen voedingsstoffen: eiwitten, koolhydraten, vetten, water, mineralen (zouten) en vitaminen. Je hebt alle zes groepen voedingsstoffen nodig om gezond te blijven. Maar vooral een tekort aan bepaalde mineralen en vitaminen kan ziekte veroorzaken. We noemen mineralen en vitaminen daarom ook wel **beschermende stoffen**.

▼ **Afb. 5** De functies van voedingsstoffen.

1 je lichaam gebruikt voedingsstoffen als bouwstof

2 je lichaam gebruikt voedingsstoffen als brandstof

3 je lichaam gebruikt voedingsstoffen als reservestof

4 mineralen en vitaminen zijn beschermende stoffen

In deel 1 thema 6 Waarneming, regeling en gedrag heb je geleerd dat de bloedsuikerspiegel geregeld wordt via hormonen. Als het glycogeengehalte in de lever daalt, krijg je honger. In de lever zijn cellen aanwezig die bij een laag glycogeengehalte impulsen afgeven aan het hongercentrum in je hersenen. Ook andere factoren, zoals hoe vol je maag is en de bloedsuikerspiegel, spelen een rol bij het hongergevoel.

▼ **Afb. 6** Voedingsmiddelen die grote hoeveelheden eiwitten bevatten.

EIWITTEN

Eiwitten zijn vooral belangrijk als **bouwstof** in je lichaam. Bij de vorming van cytoplasma bijvoorbeeld worden veel eiwitten gebruikt. Eiwitten die niet als bouwstoffen worden gebruikt, worden als **brandstoffen** gebruikt. Eiwitten kunnen niet als reservestoffen dienen. In afbeelding 6 zie je voedingsmiddelen die grote hoeveelheden eiwitten bevatten.

▼ **Afb. 7** Voedingsmiddelen die grote hoeveelheden koolhydraten bevatten.

KOOLHYDRATEN

Tot de **koolhydraten** behoren onder andere glucose, suikers en zetmeel. Koolhydraten dienen vooral als **brandstoffen**, maar kunnen ook dienen als **bouwstoffen** of **reservestoffen**. In afbeelding 7 zie je voedingsmiddelen die grote hoeveelheden koolhydraten bevatten. Aardappelen bijvoorbeeld bevatten veel zetmeel, in jam zit veel suiker. Dierlijke voedingsmiddelen bevatten meestal weinig koolhydraten.

Als je met je voedsel veel koolhydraten binnenkrijgt, stijgt de hoeveelheid glucose in het bloed. De lever en de spieren zetten glucose dan om in **glycogeen**. Glycogeen is een reservestof en wordt opgeslagen tot de hoeveelheid glucose in je bloed daalt. Dan zet de lever het glycogeen weer om in glucose en geeft de glucose af aan het bloed.

▼ **Afb. 8** Voedingsmiddelen die grote hoeveelheden vetten bevatten.

VETTEN

Vetten dienen vooral als **brandstoffen**, maar kunnen ook dienen als **bouwstoffen** of als **reservestoffen**. Je voedsel hoeft niet veel vet te bevatten. Als je meer vet binnenkrijgt dan je nodig hebt, wordt het als reservestof opgeslagen, onder andere onder je huid. Je krijgt dan een dikke, onderhuidse vetlaag. Er zijn verzadigde vetten en onverzadigde vetten. Onverzadigde vetten zijn gezonder. Ze zijn vloeibaar bij kamertemperatuur. Verzadigde vetten hebben een vaste vorm bij kamertemperatuur. In afbeelding 8 zie je voedingsmiddelen die grote hoeveelheden vetten bevatten.

▼ **Afb. 9** Voedingsmiddelen die veel water bevatten.

WATER

Alle organismen bestaan voor het grootste deel uit **water**. Je lichaam bijvoorbeeld bestaat voor ongeveer 60% uit water. Water is dan ook een belangrijke **bouwstof** voor je lichaam.

Water vervult een belangrijke rol bij het vervoer van stoffen in je lichaam. De meeste stoffen in je lichaam kunnen alleen goed worden vervoerd als ze zijn opgelost in water. Bloed bestaat dan ook voor een groot deel uit water.

We kunnen niet lang zonder water, omdat we continu water verliezen met bijvoorbeeld uitademen of zweten. Alle dranken, maar ook fruit en sommige groenten, zijn voedingsmiddelen die veel water bevatten (zie afbeelding 9).

MINERALEN (ZOUTEN)

Mineralen worden ook wel **zouten** genoemd. Je hebt allerlei mineralen als **bouwstoffen** nodig. Voor de opbouw van beenderen bijvoorbeeld heb je kalk nodig. In deel 1 heb je geleerd dat kalkzouten zorgen voor de stevigheid (hardheid) van beenweefsel. Mineralen kunnen ook dienen als **beschermende stoffen**.
In afbeelding 10 zie je voedingsmiddelen die veel mineralen bevatten. Van de mineralen heb je maar een klein beetje per dag nodig. In een normale, gezonde voeding zitten voldoende mineralen. Vaak gebruiken we zelfs te veel (keuken)zout.

▼ **Afb. 10**

Jaarlijks 5000 doden door te veel zout

Door het eten van te veel zout sterven er elk jaar ruim 5000 mensen in Nederland. Tot die conclusie komen onderzoekers van Wageningen University en de Consumentenbond. Naar schatting krijgt een gemiddelde consument elke dag ongeveer 8–10 g zout binnen. Dat is beduidend meer dan de 6 g die de Gezondheidsraad als norm stelt. Bij de norm van 6 g per dag zouden er ruim 5000 minder mensen sterven als gevolg van hersen- en hartinfarcten. Toch is het moeilijk aan de norm van 6 g per dag te voldoen. Dat komt doordat fabrikanten van levensmiddelen veel zout toevoegen aan hun producten.

voedingsmiddelen die veel mineralen bevatten

VITAMINEN

Vitaminen dienen als **bouwstoffen** of als **beschermende stoffen**. Als je te weinig vitaminen binnenkrijgt, word je ziek. Als je grote hoeveelheden vitaminen binnenkrijgt, kun je ook ziek worden. In een normale, gezonde voeding zitten voldoende vitaminen. Extra vitaminen (bijvoorbeeld vitaminepillen) kunnen nooit een gezonde voeding vervangen. De vitaminen worden aangegeven met een letter.
Belangrijke vitaminen zijn A, B, C, D en K. In afbeelding 11 zie je voedingsmiddelen die veel vitaminen bevatten.

WB OPDRACHT 4 EN 5 BLZ. 42

▶ **Afb. 11** Voedingsmiddelen die veel vitaminen bevatten.

▼ **Afb. 12**

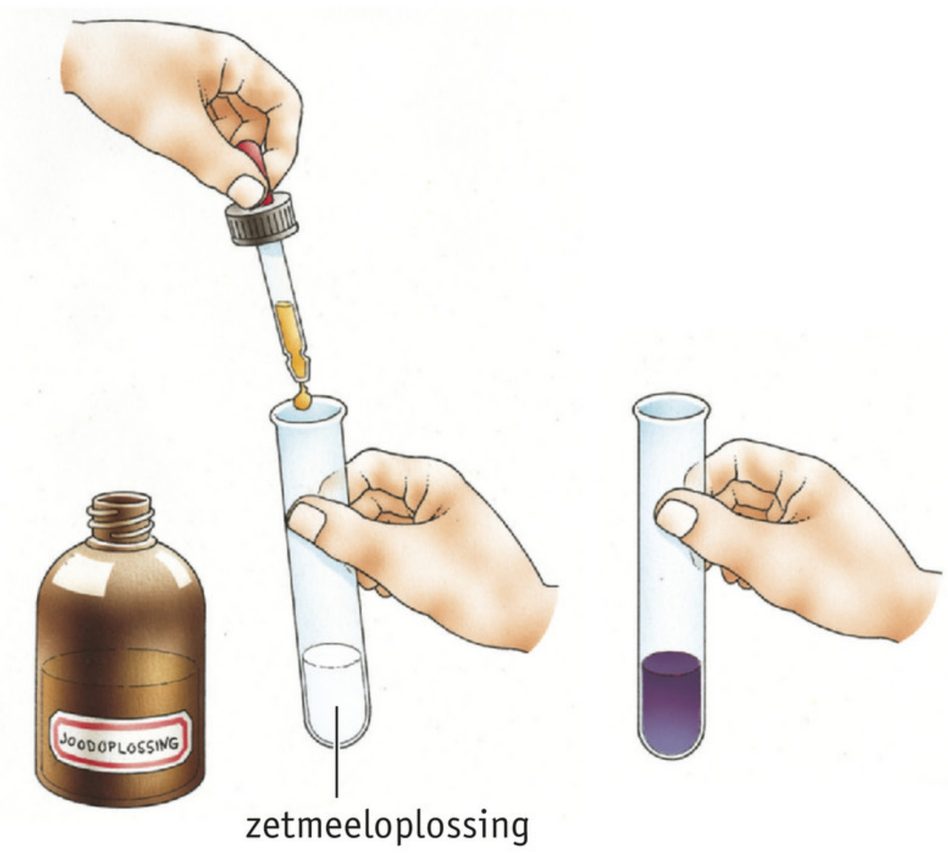
VOEDINGSSTOFFEN AANTONEN

Voor de meeste voedingsmiddelen is uitgezocht welke voedingsstoffen erin zitten. Dat staat op veel verpakkingen vermeld (zie afbeelding 12).

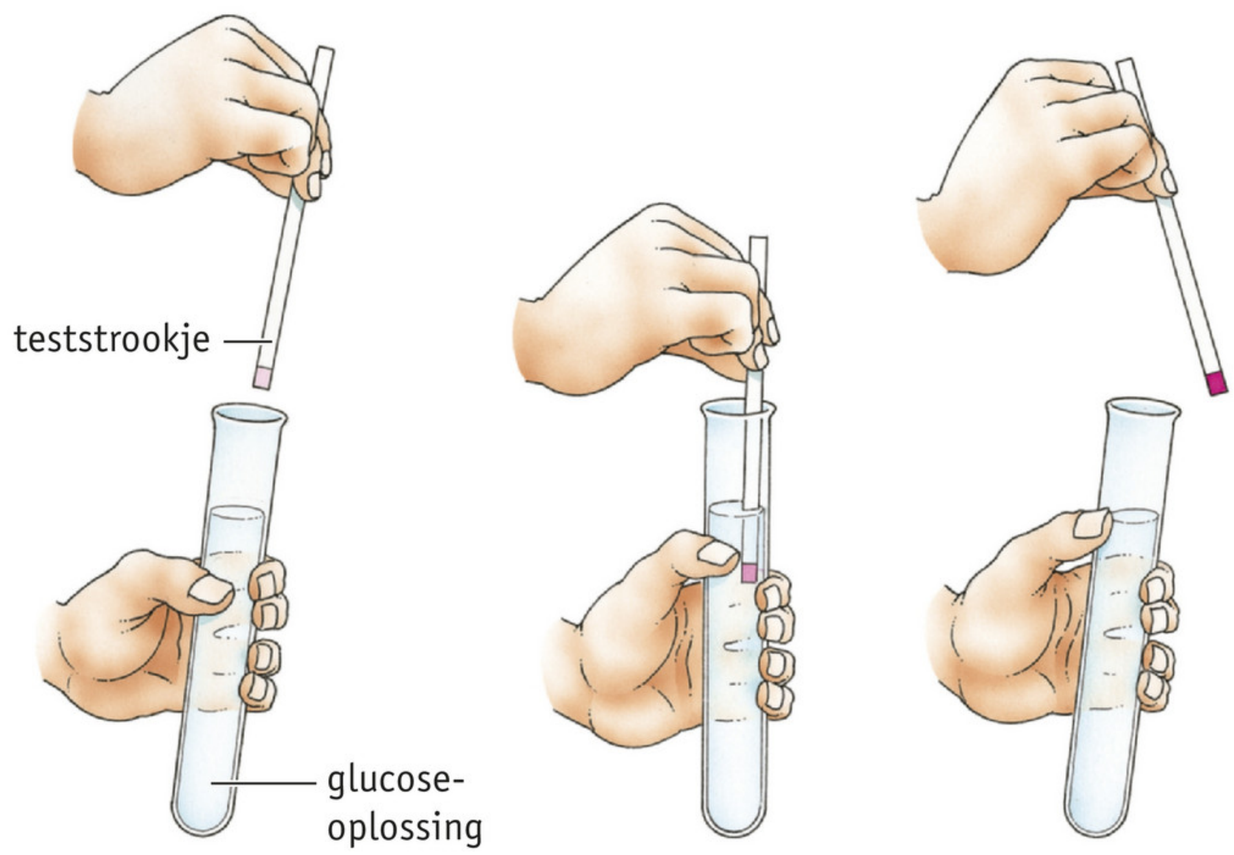
Zetmeel en glucose zijn voedingsstoffen die veel in voedingsmiddelen voorkomen. Zetmeel kun je aantonen met **joodoplossing** (zie afbeelding 13). Joodoplossing is een indicator voor zetmeel.
Als indicator voor glucose gebruiken we teststrookjes (zie afbeelding 14). Op een teststrookje zit een stof die verkleurt. Een arts gebruikt teststrookjes om glucose in urine aan te tonen.
Eiwitten kun je aantonen met biureet-reagens (zie afbeelding 15) en met teststrookjes.

WB OPDRACHT 6 T/M 10 BLZ. 44

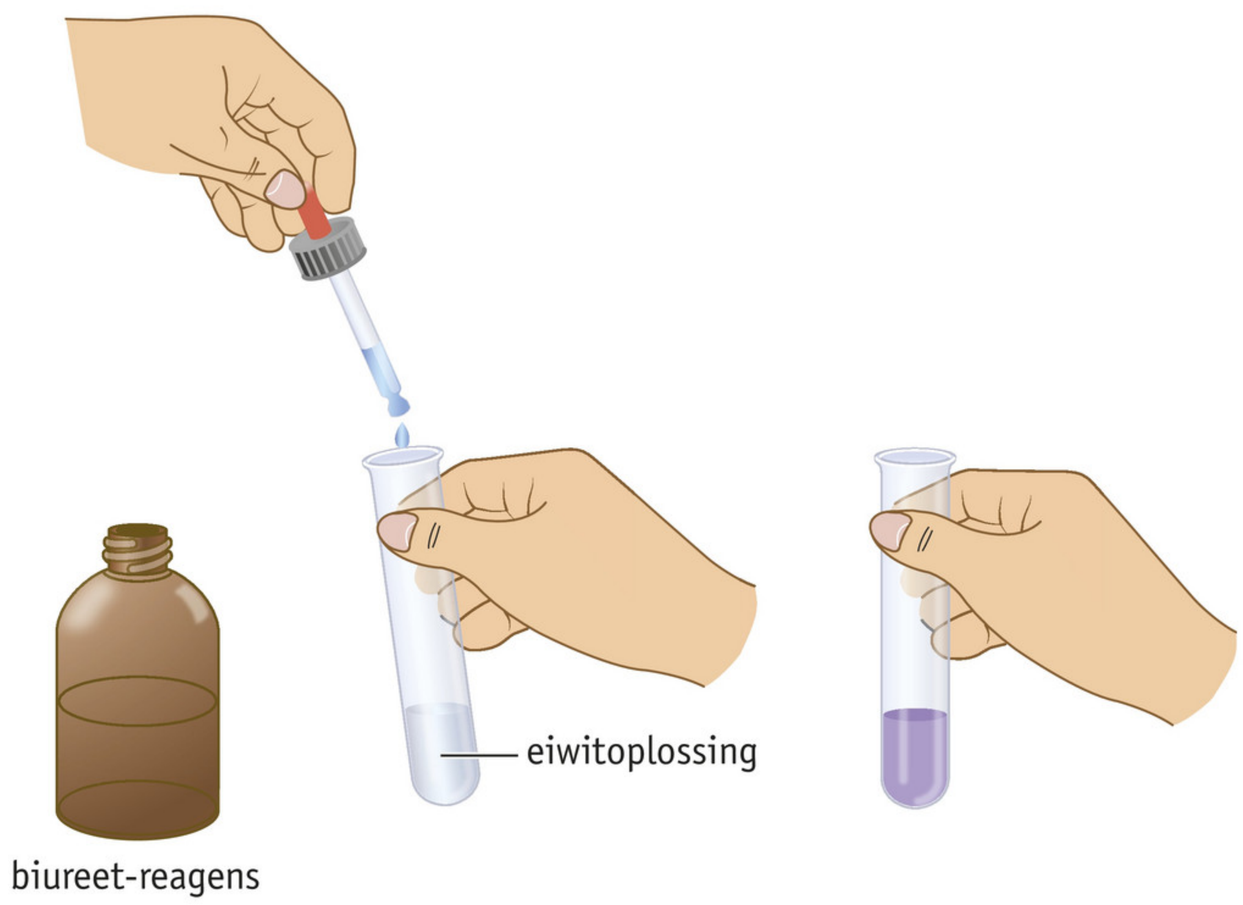
▼ **Afb. 13** Zetmeel aantonen.



▼ **Afb. 14** Glucose aantonen.



▶ **Afb. 15** Eiwitten aantonen.



3 Voedsel conserveren

Voedsel dat na opening van de verpakking of ontdooien langere tijd wordt bewaard bij een temperatuur hoger dan 10 °C kan snel bederven. Dit geldt vooral voor dierlijke voedingsmiddelen zoals vlees, vis en kip. Het bederf wordt vaak veroorzaakt door salmonellabacteriën die giftige stoffen produceren. Deze bacteriën kunnen in kleine aantallen in voedingsmiddelen aanwezig zijn (zie afbeelding 16). Salmonellabacteriën delen zich zeer snel bij temperaturen tussen 20 en 30 °C. Het is gevaarlijk voedsel te eten dat met salmonellabacteriën is besmet. Je kunt er flink ziek van worden. Je hebt dan een **voedselvergiftiging**.

▼ **Afb. 16**

Salmonellabesmettingen door zalm

In 2012 zijn duizenden mensen ziek geworden door het eten van gerookte zalm. De gerookte zalm was tijdens het verpakkingsproces besmet met de salmonellabacterie. Schalen waarop de gerookte zalm lag, waren van poreus materiaal gemaakt. Hierop konden de bacteriën zich gemakkelijk nestelen. Besmetting met deze bacterie kan ervoor zorgen dat de darmen flink van slag raken. Het grootste risico lopen jonge kinderen, zwangere vrouwen, oudere mensen en mensen met een lage weerstand. Zonder medische hulp kan een patiënt aan de ziekte overlijden. Slachtoffers hebben last van buikpijn, braken, diarree of koorts. De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) houdt zicht op de maatregelen die de fabrikant neemt.

Salmonella komt veel voor in dieren, vooral in pluimvee en varkens. De bacterie leeft vooral in de darm van deze dieren, maar kan via de ontlasting bijna overal voorkomen.

CONSERVEREN

Om voedsel langer houdbaar te maken, worden de leefomstandigheden voor **micro-organismen** (bacteriën en schimmels) ongunstig gemaakt. Micro-organismen planten zich goed voort bij voldoende vocht, voedsel, warmte en zuurstof. Door een of meer van deze omstandigheden ongunstiger te maken, kunnen micro-organismen zich minder goed voortplanten. Daardoor bederft voedsel minder snel. Voedingsmiddelen behandelen waardoor ze langer houdbaar zijn, heet **conserveren**. In afbeelding 17 zie je verschillende conserveringsmethoden.

▼ **Afb. 17** Zo conserveer je voedsel.

1 INVRIEZEN

Door de temperatuur van voedsel snel te verlagen naar –20 °C of lager, kun je voedsel in een diepvriezer enkele weken tot maanden goed bewaren. De temperatuur is voor micro-organismen te laag om zich te kunnen voortplanten. Zodra je het voedsel ontdooit, kunnen bacteriën en schimmels zich weer snel vermenigvuldigen. Ontdooid voedsel uit een diepvriezer moet dan ook snel worden bereid.

2 PASTEURISEREN

Door melk korte tijd te verhitten tot 72 °C gaan veel bacteriën en schimmels dood. Doordat niet alle micro-organismen zijn gedood, is de melk beperkt houdbaar. Na het pasteuriseren bewaar je melk in de koelkast, om groei van bacteriën en schimmels te vertragen.

3 STERILISEREN

Melk wordt tot 130–140 °C verhit. Hierdoor worden alle bacteriën en schimmels gedood. Hierna wordt de melk verpakt en naverhit. Deze stappen moeten elkaar snel opvolgen, want als de melk langzaam zou afkoelen, zouden er nieuwe bacteriën en schimmels in terechtkomen. Andere gesteriliseerde voedingsmiddelen kunnen worden ingeblikt.

4 VACUÜM VERPAKKEN

Voedsel kan ook vacuüm worden verpakt. Hierbij wordt alle lucht uit de verpakking weggezogen. Bacteriën en schimmels kunnen zich niet voortplanten door de afwezigheid van zuurstof.

5 GASVERPAKKEN

Door bijvoorbeeld een biefstuk in een verpakking te stoppen met een juist mengsel van gassen als koolstofdioxide, zuurstof en stikstof, blijft het vlees langer houdbaar en behoudt het langer zijn kleur. Door het koolstofdioxide wordt de groei van micro-organismen geremd.

6 DROGEN

Door al het water aan een voedingsmiddel te onttrekken, kunnen micro-organismen zich niet voortplanten. Voorbeelden van gedroogde producten zijn melkpoeder, rozijnen, soep in droge vorm, droge worst en gedroogde vis.

7 DOORSTRALEN

Soms worden voedingsmiddelen doorstraald met radioactieve stralen. Daardoor kunnen bacteriën en schimmels zich minder snel vermenigvuldigen of worden ze gedood. Doorstralen mag alleen als er een grote kans is op ziekteverwekkende bacteriën en schimmels, bijvoorbeeld in kip, verse groenten en fruit.

8 CONSERVEERMIDDELEN TOEVOEGEN

Door conserveermiddelen als suiker, zout, zuur of stikstof toe te voegen, worden de groei en de voortplanting van micro-organismen geremd.

ADDITIEVEN

Een conserveermiddel is een voorbeeld van een additief. **Additieven** zijn stoffen die aan voedingsmiddelen worden toegevoegd om ze langer houdbaar of aantrekkelijker te maken. Suiker, azijn en zout zijn natuurlijke additieven.
Vaak worden **kleurstoffen** toegevoegd om een voedingsmiddel er mooier uit te laten zien (zie afbeelding 18). Soms worden ook nog **geurstoffen** en **smaakstoffen** toegevoegd. Snoep en ijs bevatten vaak kunstmatige kleur-, geur- en smaakstoffen.

Voor een gezonde voeding is het belangrijk dat er niet te veel kunstmatige additieven in het voedsel voorkomen. Kunstmatige additieven kunnen schadelijk zijn, vooral als je ze in grote hoeveelheden binnenkrijgt. Van bijvoorbeeld sulfiet, een conserveermiddel, kun je flink hoofdpijn krijgen.
Sommige fabrikanten vermelden nauwkeurig welke additieven er in hun producten voorkomen (zie afbeelding 19.1), maar nog lang niet alle fabrikanten doen dit. Er zijn voedingsmiddelen waaraan beslist geen onnatuurlijke additieven zijn toegevoegd. Dat staat er dan vaak uitdrukkelijk op vermeld (zie afbeelding 19.2).

WB OPDRACHT 11 T/M 13 BLZ. 48

▼ **Afb. 18** Aan vanillevla wordt vaak een gele kleurstof toegevoegd.

▼ **Afb. 19** Etiketten van voedingsmiddelen.

1 2

4 Gezonde voeding

Het Voedingscentrum geeft adviezen voor gezonde voeding. Een hulp hierbij is de schijf van vijf (zie afbeelding 20). Samen met de meegegeven adviezen (zie afbeelding 21) kun je op een gezonde manier je voeding samenstellen en krijgt je lichaam alle voedingsstoffen binnen die het nodig heeft.

▼ **Afb. 20** De schijf van vijf.

WB OPDRACHT 14 BLZ. 51

VAK 1
Eet dagelijks veel groente en fruit. Deze voedingsmiddelen leveren vooral vitamine C en voedingsvezel.

VAK 2
Eet veel brood en aardappelen (of rijst, macaroni, spaghetti, peulvruchten, couscous). Deze voedingsmiddelen leveren vooral zetmeel, plantaardige eiwitten, vitaminen, mineralen en voedingsvezel. Je kunt het best de donkere producten kiezen, bijvoorbeeld volkorenbrood, zilvervliesrijst en volkorenmacaroni. Deze bevatten veel voedingsvezel.

VAK 3
Drink dagelijks melk en eet dagelijks kaas (of andere melkproducten) en vlees, vleeswaren, kip, vis, ei, tahoe, tempé of andere vleesvervangers. Tahoe en tempé worden gemaakt van sojabonen. Ze worden vaak gegeten in plaats van vlees. Voedingsmiddelen uit vak 3 leveren vooral (dierlijke) eiwitten, vitaminen en mineralen (onder andere kalk, ijzer). Je kunt het best de minder vette soorten kiezen, bijvoorbeeld halfvolle melk en magere yoghurt. Eet twee keer per week (vette) vis.

VAK 5
Drink dagelijks voldoende vocht.

VAK 4
Eet dagelijks margarine, halvarine of olie. Deze voedingsmiddelen leveren vooral vetten en vitaminen. Gebruik weinig vet! Het is beter om plantaardige vetten te gebruiken dan dierlijke vetten.

▼ **Afb. 21**

ADVIEZEN VOOR GEZONDE VOEDING

1 **Eet gevarieerd**
- Kies elke dag iets uit ieder vak van de schijf van vijf.

2 **Eet niet te veel en beweeg**
- Een goed dagmenu bestaat uit drie maaltijden en niet meer dan drie of vier keer iets tussendoor.
- Gebruik niet te veel vet, suiker en alcohol.

3 **Eet minder verzadigd vet**
- Gebruik weinig verzadigd vet. Vooral dierlijk vet is verzadigd vet.
- Kies halvarine in een kuipje, vloeibaar vet en olie. Deze producten bevatten veel onverzadigd vet.

4 **Eet veel groente, fruit en brood**
- Groente, fruit en brood bevatten weinig energierijke stoffen en veel voedingsstoffen. Ze geven snel een verzadigd gevoel.

5 **Eet veilig**
- Voorkom voedselvergiftiging door goede voedselhygiëne.

ENERGIE

Een groot deel van je voedsel gebruik je als brandstoffen. Uit dit deel van je voedsel haalt je lichaam de energie die het nodig heeft. In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat energie wordt gemeten in kJ. Vaak wordt ook kcal gebruikt. Je kunt de eenheden naar elkaar omrekenen met de volgende formule:

1 kcal = 4,2 kJ

De energiebehoefte is de hoeveelheid energie die een persoon per dag nodig heeft. De energiebehoefte hangt af van verschillende factoren, zoals het geslacht, de leeftijd, de lichaamsgrootte en de lichamelijke inspanning. In afbeelding 22 zie je hoeveel voeding je ongeveer dagelijks nodig hebt.
In tabel 1 zie je dat jongens (mannen) meer energie nodig hebben dan meisjes (vrouwen). Zolang je in de groei bent, neemt je energiebehoefte toe. Een groot

▼ **Afb. 22** Aanbevolen hoeveelheden voedingsmiddelen per dag.

Geheugensteuntje
Wat we dagelijks voor een gezonde voeding, gemiddeld ongeveer, nodig hebben

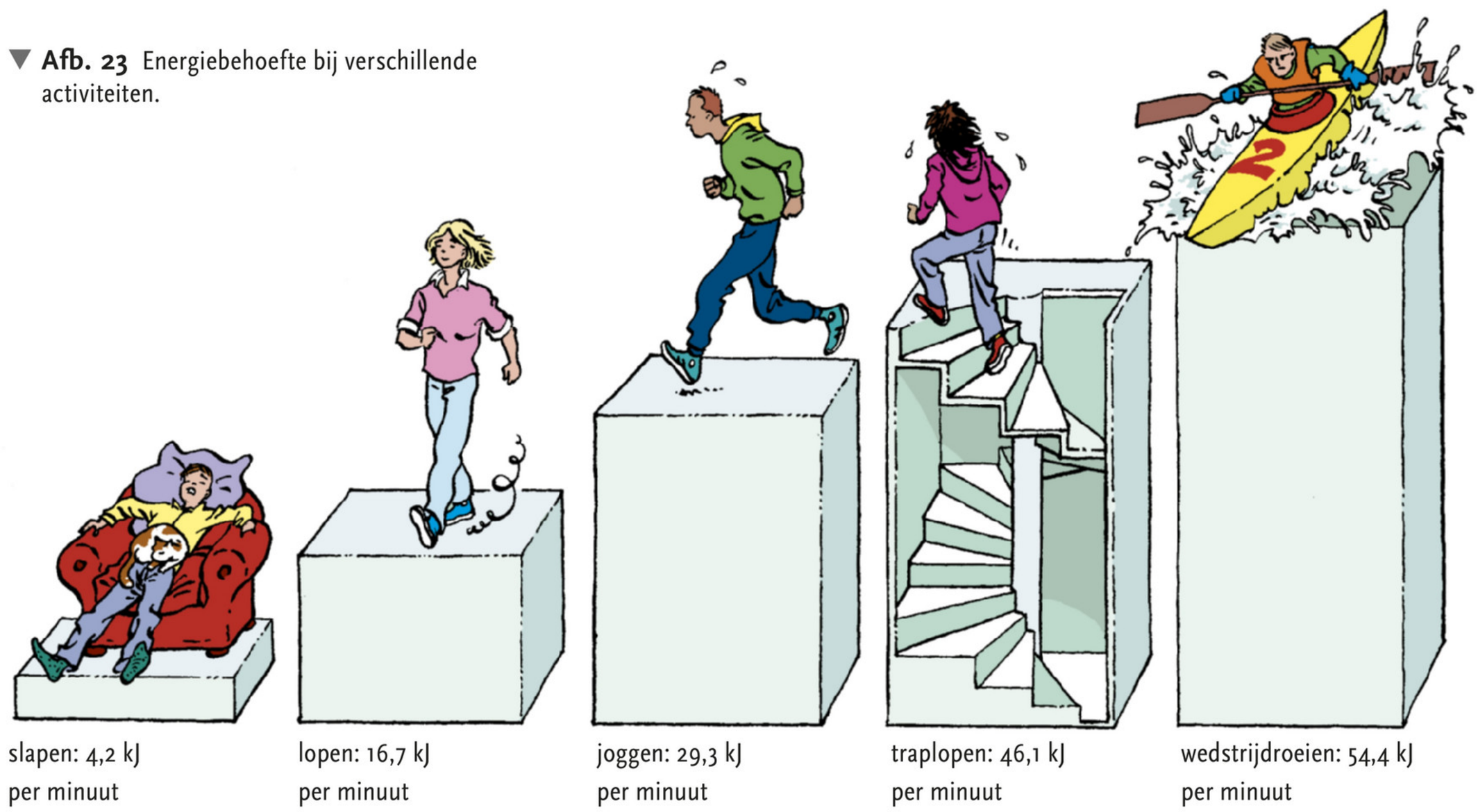
	Tieners 12–18 jaar	Volwassenen
Brood	5–7 sneetjes (of vergelijkbare hoeveelheden)	6–7 sneetjes (of vergelijkbare hoeveelheden)
Aardappelen, rijst, macaroni, spaghetti, peulvruchten, couscous	4–5 stuks of 1 portie (200–250 g)	4–5 stuks of 1 portie (200–250 g)
Groente	3–4 groentelepels (150–200 g)	4 groentelepels (200 g)
Fruit	2 vruchten	2 vruchten
Melk en melkproducten	4 glazen (600 mL)	3 glazen (450 mL)
Kaas	1 plakje (20 g)	1½ plakje (30 g)
Vlees, vis, ei, kip, tahoe of tempé, vleeswaar	100–125 g	100–125 g
Halvarine op brood	5 g per sneetje brood	5 g per sneetje brood
Margarine voor de voorbereiding	15 g	15 g
Dranken (inclusief melk)	1–1½ L	1½–2 L

lichaam heeft meer energie nodig dan een klein lichaam. Bij volwassenen is de energiebehoefte sterk afhankelijk van het werk dat ze doen. Iemand die zwaar werk doet, heeft meer energie nodig dan iemand met bijvoorbeeld een kantoorbaan. Bij ouderen neemt de energiebehoefte weer af.
In afbeelding 23 zie je hoeveel energie je ongeveer nodig hebt voor verschillende activiteiten. Je ziet dat je ook in rust energie nodig hebt.

▼ **Tabel 1** Gemiddelde energiebehoefte (in kJ) per dag.

	kJ per dag
Jongens 14–18 jaar	
met een weinig actieve leefstijl	12 100
met een actieve leefstijl	13 800
Meisjes 14–18 jaar	
met een weinig actieve leefstijl	9200
met een actieve leefstijl	10 500
Mannen 31–50 jaar	
lichte arbeid	10 500
zware arbeid	12 100
Vrouwen 31–50 jaar	
lichte arbeid	8400
zware arbeid	9600

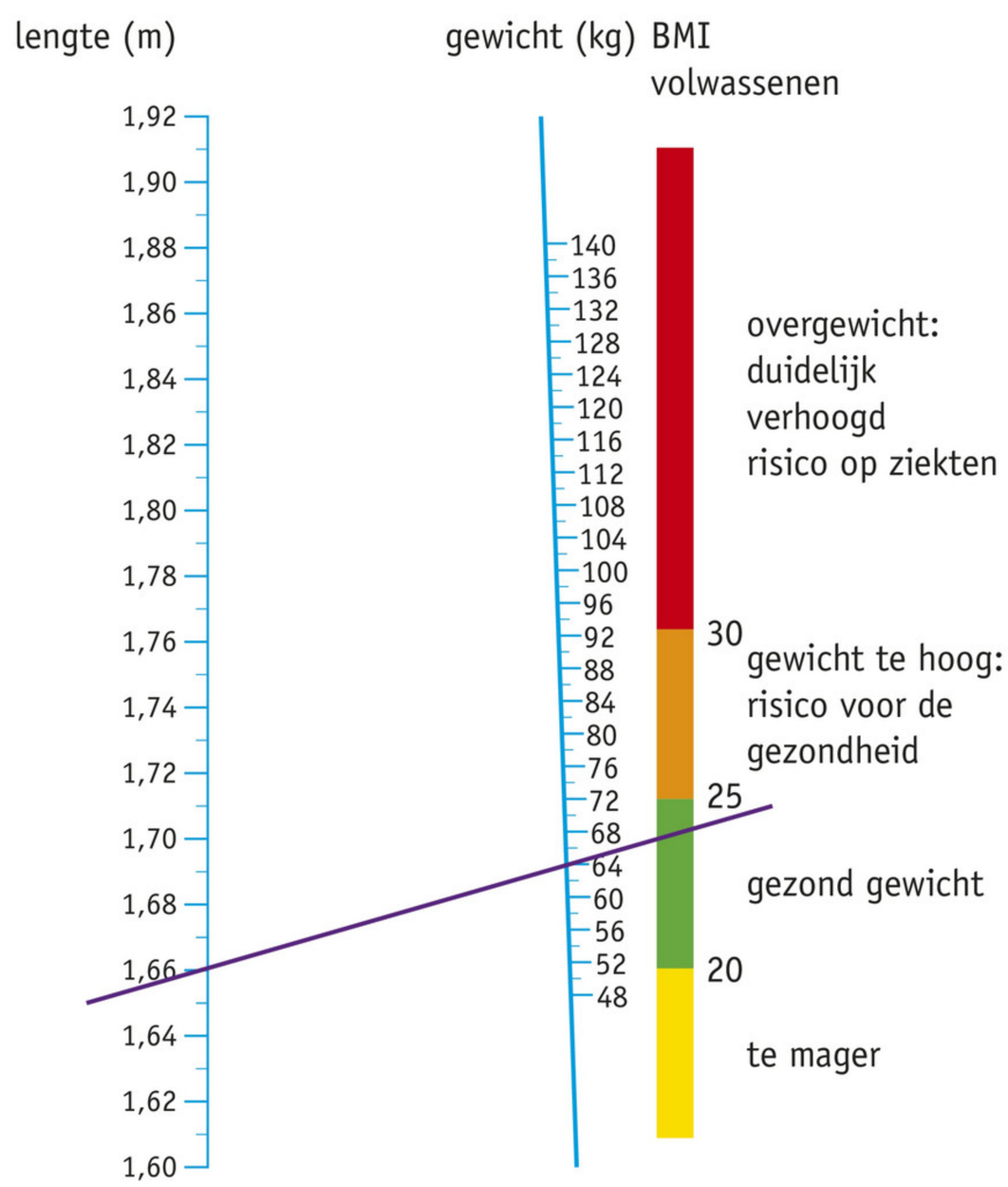
▼ **Afb. 23** Energiebehoefte bij verschillende activiteiten.



BMI

Met behulp van de Body Mass Index (BMI) kan iemand bepalen of zijn of haar gewicht goed is. In afbeelding 24 zie je de BMI voor volwassenen. In tabel 2 staat de BMI die geldt voor 12- tot 14-jarigen. Op jouw leeftijd zit je nog (volop) in de groei. Je moet dan ook erg voorzichtig zijn met het trekken van conclusies uit de Body Mass Index.

▼ **Afb. 24** Body Mass Index.



WERKWIJZE

1. Zoek op de linkerlijn je lengte op.
2. Zoek op de middelste lijn je gewicht op.
3. Verbind beide punten met een liniaal en trek een lijn.
4. Lees op de gekleurde balk af hoe je je lichaamsgewicht kunt beoordelen of beoordeel je BMI met tabel 2.
   N.B. Een schommeling van 1 à 2 kg in het lichaamsgewicht is normaal.

▼ **Tabel 2** De Body Mass Index voor jongeren.

	BMI jongens			BMI meisjes		
Leeftijd	**12**	**13**	**14**	**12**	**13**	**14**
Ondergewicht	minder dan 15	minder dan 16	minder dan 16	minder dan 16	minder dan 16	minder dan 17
Gezond gewicht	15–21	16–22	16–23	16–22	16–23	17–23
Overgewicht	21–26	22–27	23–28	22–27	23–28	23–29
Ernstig overgewicht (obesitas)	meer dan 26	meer dan 27	meer dan 28	meer dan 27	meer dan 28	meer dan 29

IN BALANS

Je gewicht blijft gelijk, als je energieopname en je energieverbruik in evenwicht zijn, ofwel in balans zijn. Veel mensen in Nederland zijn niet ‘in balans’. Ze eten te veel en te vet en ze bewegen te weinig. Ze nemen door hun voedsel meer energie op dan ze verbruiken. Een deel van deze voedingsstoffen wordt dan als reserve opgeslagen in het lichaam (vooral vetten). Hierdoor zijn veel mensen te zwaar: ze hebben **overgewicht**. Mensen met overgewicht hebben een grotere kans op

hart- en vaatziekten en op een bepaalde vorm van **suikerziekte** (diabetes type-2). Overgewicht is ook slecht voor je **gewrichten**. Je gewrichten worden te zwaar belast, waardoor sneller klachten kunnen ontstaan, vooral in je rug, je nek, je knieën, je enkels en je voeten.

Als je te zwaar bent voor je lengte, kun je gaan lijnen. Door het lijnen voorkom je dat je meer voedingsstoffen binnenkrijgt dan je nodig hebt. Houd bij het lijnen de vijf tips uit afbeelding 25 aan om te voorkomen dat je op een verkeerde manier gaat lijnen. Probeer in elk geval geen maaltijd over te slaan en ervoor te zorgen dat je ongeveer de **aanbevolen dagelijkse hoeveelheid** (ADH) aan voedingsstoffen binnenkrijgt om je lichaam goed te laten functioneren.
Het is vaak niet gemakkelijk te beoordelen of je eigen voeding voldoet aan deze adviezen voor gezonde voeding. Om goed te kunnen beoordelen of je voeding gezond is, zou je gedurende langere tijd precies moeten bijhouden wat je doet en wat je eet en drinkt. Om goed te kunnen vergelijken, moet je ook je geslacht en je gewicht in de beoordeling meenemen. Je gaat daar in het werkboek mee aan de slag.
Als je minder eet dan je nodig hebt, val je af. Uiteindelijk kan dit leiden tot **ondergewicht**. Vaak is ondergewicht het gevolg van ondervoeding of van een eetstoornis. In basisstof 5 leer je hier meer over.

▶ **Afb. 25**

VERSTANDIG LIJNEN

Manier 1 is het minst streng, manier 5 is de strengste manier.

1. Eet normale hoeveelheden en beweeg meer.
2. Als je een tussendoortje neemt, kies er dan een met weinig vet en koolhydraten.
3. Eet alleen de aanbevolen hoeveelheden. Dat betekent vaak: meer brood, meer fruit, meer groente, minder beleg (kaas, vleeswaren) en (vet) vlees.
4. Eet van de aanbevolen hoeveelheden alleen de kleinste hoeveelheid.
5. Eet helemaal geen tussendoortjes. Drink wel voldoende water, thee of koffie zonder suiker, of light-frisdranken.

WB OPDRACHT 15 T/M 20 BLZ. 52

5 Nadenken over eten

De minimale hoeveelheid energie die een volwassene nodig heeft om in leven te blijven, is ongeveer 7000 kJ per dag. Dat is alleen voldoende voor iemand die weinig activiteiten verricht. In tabel 1 heb je gezien dat een volwassen man die zware lichamelijke arbeid verricht, ruim 12 000 kJ nodig heeft. De Voedsel- en Landbouworganisatie (FAO) en de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) hebben berekend dat een gemiddelde van 9400 kJ per dag noodzakelijk is om normaal te kunnen leven en werken.
In veel ontwikkelingslanden zijn er grote groepen mensen die veel minder voedsel ter beschikking hebben. Deze mensen lijden honger. Als iemand minder dan de aanbevolen hoeveelheid voedsel binnenkrijgt, spreken we van **ondervoeding**. Ondervoeding komt ook in ontwikkelde landen voor (zie afbeelding 26).

▼ **Afb. 26**

Ondervoeding door junkfood

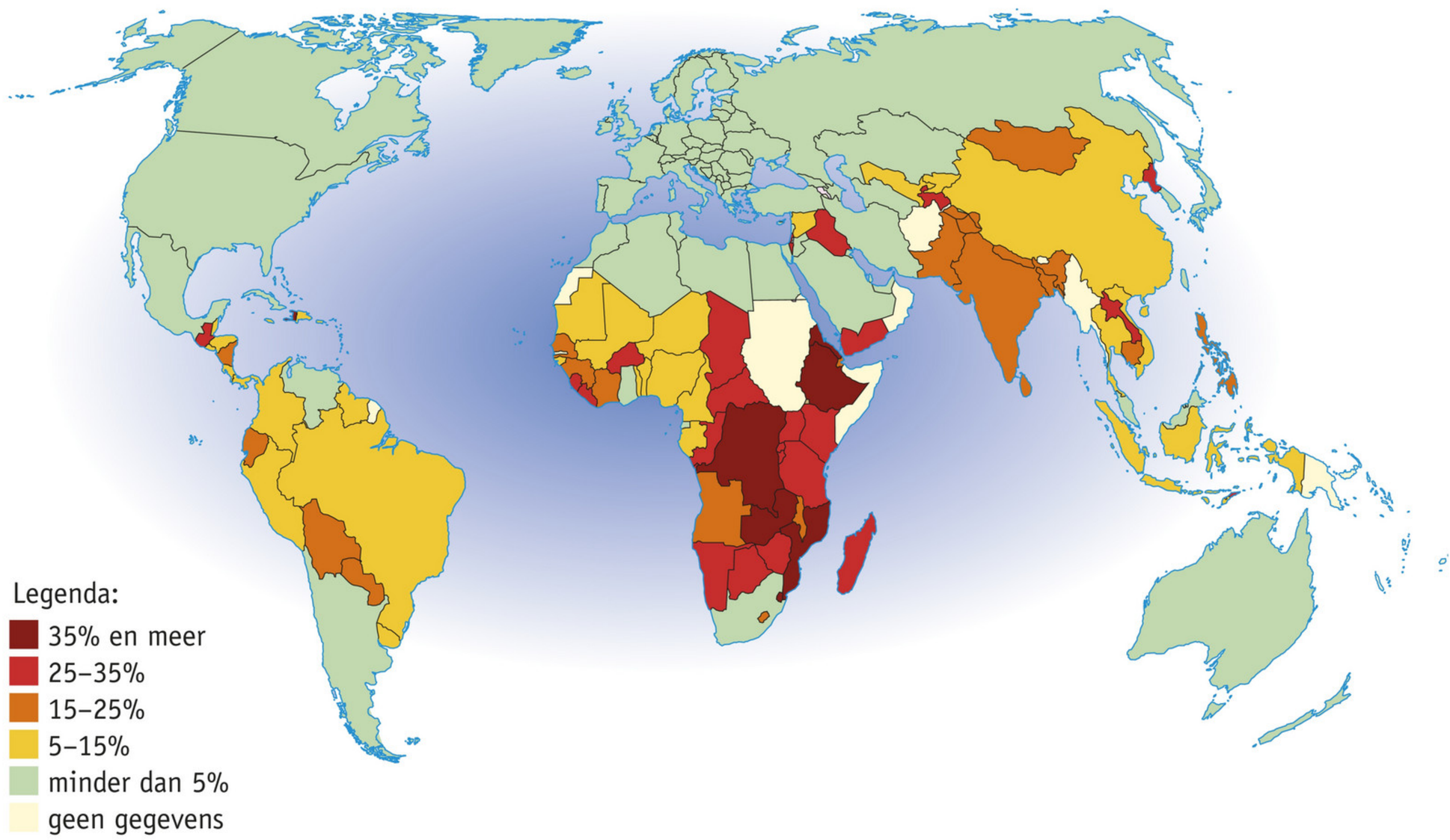
Sommige mensen zijn dol op junkfood zoals hamburgers, frites, frikadellen, chips, koekjes en snoep. Wel lekker misschien, maar niet gezond. Als je er te veel van eet, wordt de kans dat je aan ondervoeding gaat lijden groter. Junkfood bevat namelijk erg weinig voedingsstoffen zoals vitaminen en mineralen, maar juist te veel vet. Een lichte vorm van ondervoeding kan al leiden tot haarverlies, lusteloosheid, spiermassaverlies en vreetbuien.

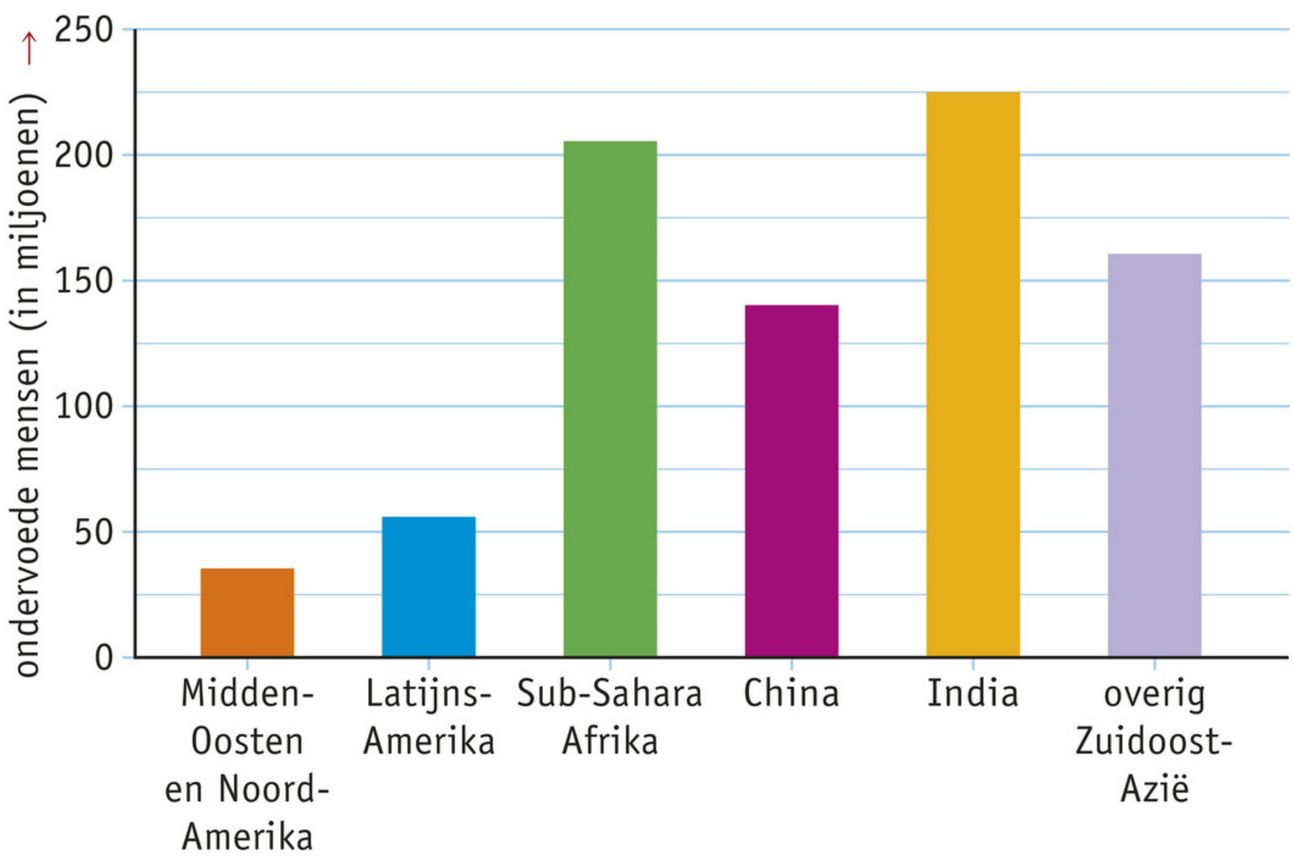
ONGELIJKE VERDELING

Op de wereld wordt voldoende voedsel geproduceerd om iedereen mee te voeden. Toch gaan er nog steeds mensen dood door ondervoeding (zie afbeelding 27). Dat komt doordat het voedsel niet eerlijk is verdeeld. In sommige landen wordt zoveel voedsel geproduceerd dat een deel wordt vernietigd. Of goed en gezond voedsel wordt gebruikt als veevoer.

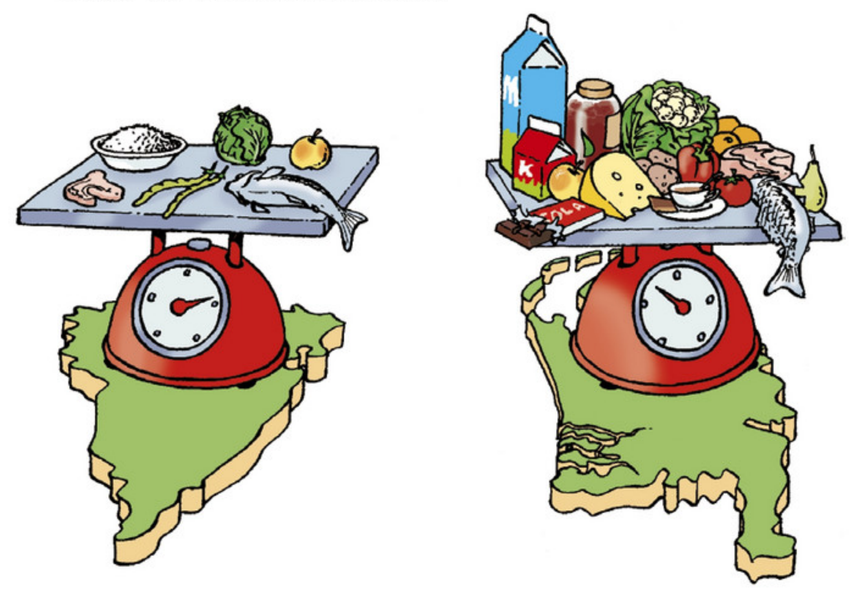
In ontwikkelingslanden zijn de mensen veel meer afhankelijk van de natuur dan in Nederland. Wij kunnen veel producten in kassen verbouwen. Wij kunnen voedsel bewaren, bijvoorbeeld in graansilo's of in grote vriesloodsen en bij ons mislukt de oogst nooit volledig. En als dat weleens zou gebeuren, hebben we nog altijd goede vervoersmogelijkheden, zodat we snel voedsel ergens anders vandaan kunnen halen. In ontwikkelingslanden is dat allemaal anders. De oogst mislukt daar regelmatig, bijvoorbeeld door langdurige droogte. In die noodsituaties willen we wel helpen en er zijn de laatste jaren dan ook allerlei acties gevoerd. Daardoor zijn veel mensen van de hongerdood gered. Maar we moeten er vooral voor zorgen dat de mensen in ontwikkelingslanden zichzelf kunnen redden.

▼ **Afb. 27** Dagelijkse eiwitinname (gram per persoon per dag) en ondervoeding.





▼ **Afb. 28** Gemiddeld dagelijks menu van een Indiër en een Nederlander.

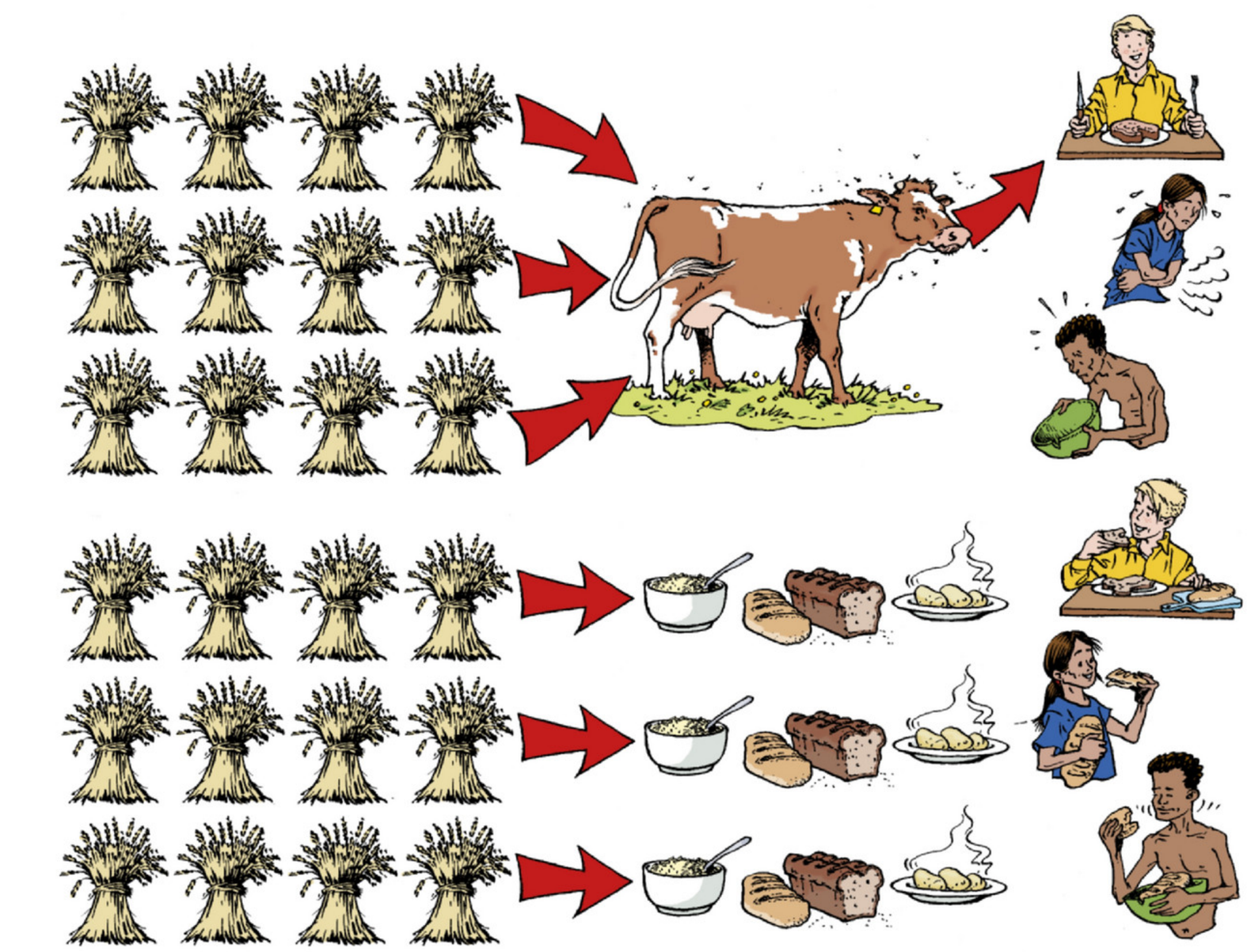


	India	Nederland
Rijst, granen, aardappelen, cassave	490 g	350 g
Suiker(waren)	42 g	110 g
Plantaardige olie, dierlijke vetten	40 g	80 g
Eieren, vlees, vis, peulvruchten	43 g	240 g
Melk en melkproducten	100 g	400 g
Groente en fruit	160 g	400 g
Overige (onder andere alcoholische dranken)	35 g	150 g
Totaal	910 g	1730 g

VEGETARISME

Vegetariërs zijn mensen die geen voedsel gebruiken dat door het doden van dieren is verkregen. Sommige vegetariërs eten geen vlees van zoogdieren of vogels, maar wel vis en andere zeedieren. **Veganisten** gebruiken helemaal geen dierlijke producten.
Je kunt verschillende redenen hebben om geen vlees (of minder vlees) te eten. Sommige mensen zijn vegetariër uit respect voor dieren. Anderen zijn vegetariër om gezondheidsredenen of vanwege hun geloof.
Sommige mensen zijn vegetariër omdat dat beter is voor de wereldvoedsel-situatie. Voor elke kilogram dierlijk eiwit die een dier levert, moet het dier soms wel 10 kg plantaardig eiwit eten. Mensen kunnen natuurlijk niet van dat gras leven. Maar zeker op een deel van de graslanden kunnen producten worden verbouwd die wij wel eten (zie afbeelding 29).

▶ **Afb. 29**



▼ **Afb. 30** Keurmerk van de Nederlandse Vegetariërsbond.

Vegetarisch voedsel voldoet meestal aan de richtlijnen voor goede voeding. Als je vlees vervangt door andere eiwitrijke producten, eet je minder vet en meer koolhydraten. Een nadeel is dat het ijzer uit deze voeding minder gemakkelijk door het lichaam wordt opgenomen. Vitamine C zorgt ervoor dat ijzer beter door het lichaam wordt opgenomen. Daarom moet je veel fruit en groenten eten. Vitamine B12 komt vrijwel niet voor in plantaardige voedingsmiddelen, maar wel in melk en zuivelproducten.
De Nederlandse Vegetariërs Bond controleert of vegetarische producten geen ingrediënten bevatten die afkomstig zijn van gedode dieren (zie afbeelding 30).

Je ziet steeds meer **vleesvervangers**. Dit zijn producten die zoveel mogelijk op vlees lijken. Niet alleen in uiterlijk, maar ook wat betreft smaak, samenstelling en voedingswaarde. Vleesvervangers zijn rijk aan ijzer, eiwit en vitamine B. De meeste worden gemaakt van sojabonen of eiwit uit granen (zie tabel 3).
De wereldvoedselsituatie en het milieu kunnen misschien ook verbeteren als we andere vormen van vlees gaan gebruiken (zie afbeelding 31).

▼ **Tabel 3** Voedingswaarde vlees en alternatieven (per 100 g).

	Eiwit (per 100 g)	IJzer (per 100 g)	Vitamine B1 (per 100 g)	Vitamine B12 (per 100 g)
Ei (gekookt, gemiddeld)	12,9 g	2,1 mg	0,01 mg	1,1 µg
Gehakt (half om half)	17,5 g	1,5 mg	0,18 mg	1,5 µg
Kaas (48+ gemiddeld)	24,5 g	0,3 mg	0,03 mg	1,5 µg
Noten (gemengd)	22,7 g	3,3 mg	0,18 mg	0,0 µg
Peulvruchten (witte bonen bereid)	7,5 g	2,0 mg	0,0 mg	0,0 µg
Quorn	14,0 g	0,7 mg	0,10 mg	0,2 µg
Runderbiefstuk	28,3 g	2,0 mg	0,04 mg	1,8 µg
Seitan	22,1 g	1,9 mg	0,03 mg	0,0 µg
Tahoe/tofu	12 g	2,0 mg	0,06 mg	0,0 µg

▼ **Afb. 31**

Hamburger van kweekvlees gepresenteerd

De Nederlandse wetenschapper Mark Post heeft maandag in Londen de eerste hamburger van kweekvlees gepresenteerd. De hamburger bestaat uit 40 miljard cellen die in een laboratorium in Maastricht zijn gekweekt uit cellen van een koe. Het duurde drie maanden om deze cellen op te kweken tot een stuk vlees. Het kweekvlees kost ongeveer 250 000 dollar per 100 g.
Post en zijn medewerkers isoleerden van koeien bepaalde cellen, die op het punt stonden om uit te groeien tot spiercellen. In een petrischaal werden deze cellen ondergedompeld in een vloeistof met onder andere eiwitten en suikers uit dierlijk bloed. Ook vermengden de wetenschappers de cellen met een gel die steun biedt aan het weefsel.
Doordat de eerste gekweekte hamburger nog geen vet bevat, smaakt het vlees minder sappig. Daar ligt nog een grote uitdaging voor Post.
Als het aan Post ligt, wordt massaproductie van kweekvlees volgens hem mogelijk. ‘Het duurt misschien nog tien jaar, maar uiteindelijk denk ik dat kweekvlees gewoon in de supermarkt komt te liggen, naast de gewone biefstukken en hamburgers.’
Bron: www.nu.nl.

▶ **Afb. 32** Kweekvlees.

WB OPDRACHT 21 T/M 23 BLZ. 59

EETSTOORNISSEN

Sommige mensen zijn niet te dik, maar voelen zich te dik (zie afbeelding 33). Bij mensen die op een extreme manier afvallen en die een grote angst hebben om aan te komen, spreken we van **anorexia nervosa**. Een gevaar van extreem afvallen is dat je te weinig voedingsstoffen binnenkrijgt. Doordat je te weinig energie binnenkrijgt, word je op den duur futloos. Je kunt allerlei ziekten krijgen en problemen met je maag en je gebit. Ongeveer 15% van de mensen met anorexia overlijdt uiteindelijk aan de ziekte. Anorexia nervosa is een voorbeeld van een **eetstoornis**.
Mensen met **boulimia nervosa** zijn ook bang om dik te worden en eten ook te weinig, maar zij hebben daarbij regelmatig vreetbuien. Daarna braken ze het voedsel weer uit of ze gebruiken veel laxeermiddelen.
Mensen met **binge eating disorder** (**BED**) hebben ook vreetbuien maar ze braken niet en gebruiken geen laxeermiddelen. Daardoor worden ze veel zwaarder. De verschillende eetstoornissen kunnen elkaar bij een en dezelfde persoon ook afwisselen.

Eetstoornissen komen voornamelijk voor bij pubermeisjes en jonge vrouwen, maar soms ook bij jongens en mannen. De oorzaak van een eetstoornis is vaak psychisch. Mensen met een eetstoornis hebben meestal een negatief oordeel over zichzelf, hun lichaamsgewicht en hun uiterlijk. Daarom heeft een dieet weinig nut. Het is belangrijk dat iemand met een eetstoornis zo snel mogelijk deskundig en intensief wordt begeleid. Dan is de kans op herstel het grootst. Een vertrouwelijk gesprek met de huisarts kan een goed begin zijn.

WB OPDRACHT 24 EN 25 BLZ. 62

▶ **Afb. 33** Diana heeft een verkeerd zelfbeeld.

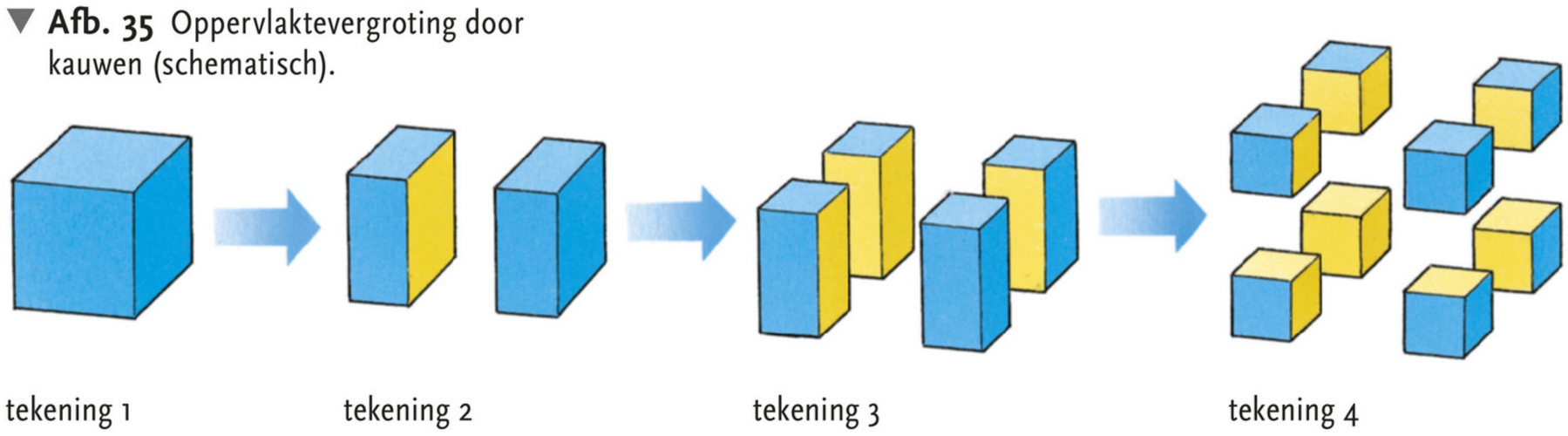
6 Het gebit

▼ **Afb. 34**

In ontwikkelingslanden hebben mensen vaak geen middelen tot hun beschikking om hun gebit te onderhouden. Veel mensen hebben dan ook een slecht gebit (zie afbeelding 34). Een slecht gebit heeft invloed op het gemak waarmee voedingsstoffen in je lichaam kunnen worden opgenomen.

Met je gebit kauw je het voedsel, waardoor het in kleine stukjes wordt verdeeld. Je kunt het voedsel dan gemakkelijker doorslikken. Door het voedsel in kleine stukjes te verdelen, wordt het oppervlak van het voedsel vergroot (zie afbeelding 35). Hierdoor kan het voedsel in het darmkanaal beter worden bewerkt. Stoffen zoals enzymen die in het darmkanaal aan het voedsel worden toegevoegd, hebben een groter oppervlak om op het voedsel in te werken. Enzymen kunnen het voedsel dan sneller verteren. **Verteren** is het bewerken van voedsel in het darmkanaal waardoor de voedingsstoffen in het lichaam kunnen worden opgenomen.
In basisstof 7 leer je hier meer over.

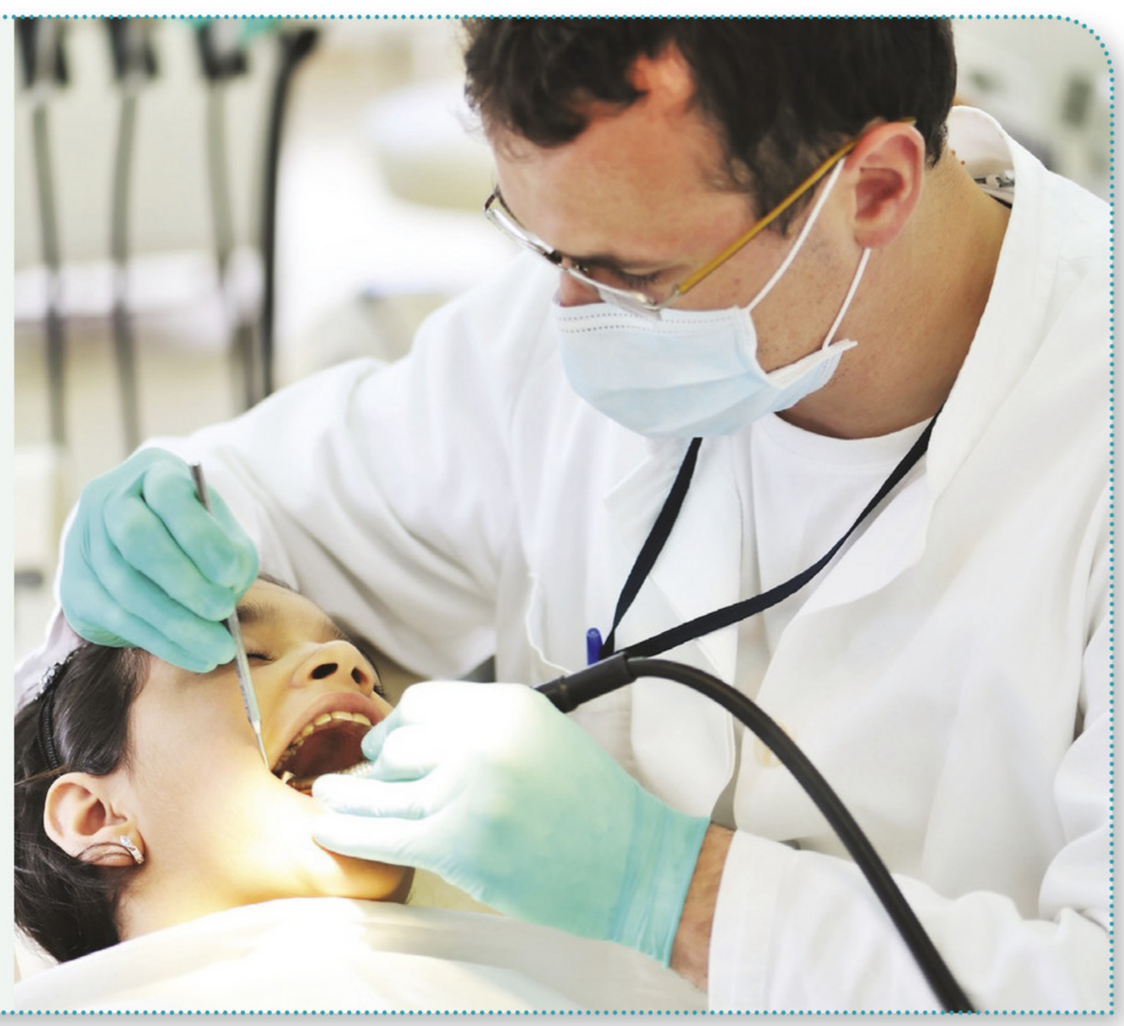
▼ **Afb. 35** Oppervlaktevergroting door kauwen (schematisch).



▼ **Afb. 36**

Tandarts

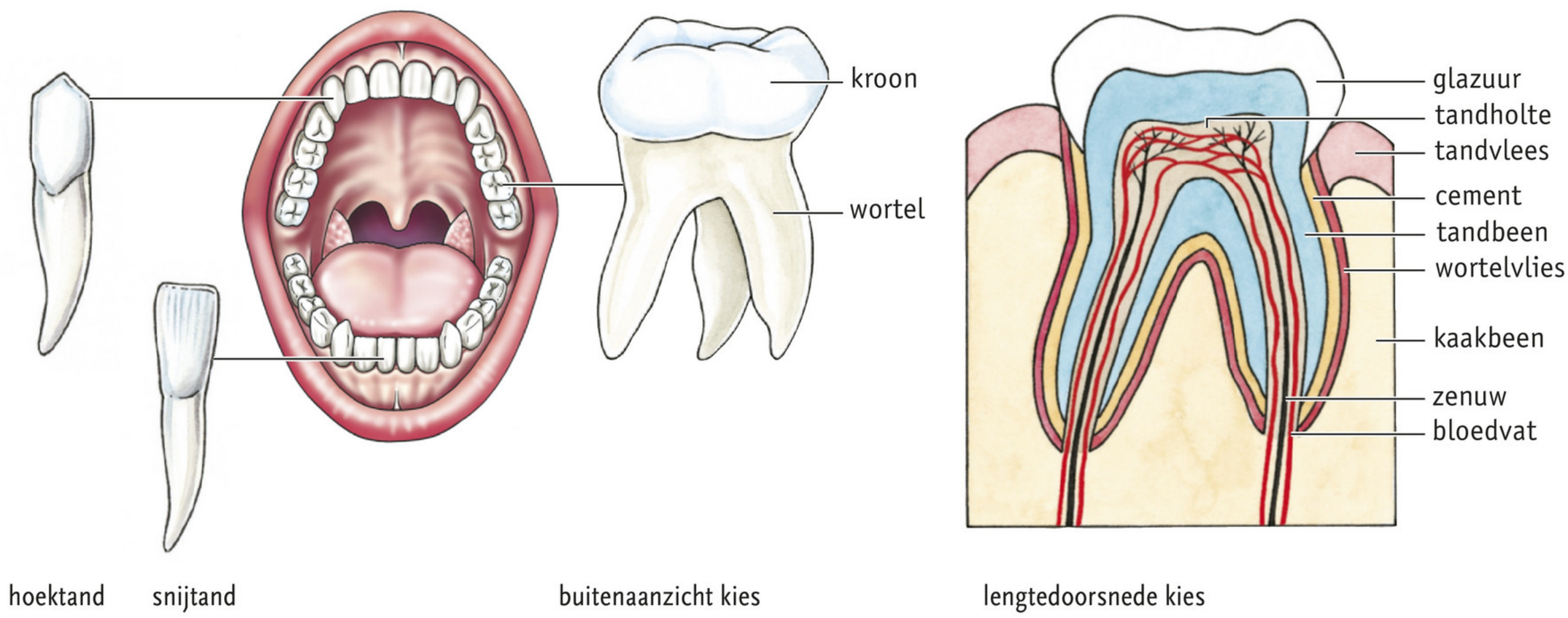
Hallo, ik heet Peter en werk als tandarts. Ik zie veel verschillende gebitten. Het ene gebit ziet er zeer verzorgd uit, maar er zijn er ook bij waar wel iets meer aandacht aan mag worden besteed. De opbouw van elk gebit is in de basis gelijk. Zo heeft een volledig gebit onder en boven vier snijtanden, twee hoektanden en tien kiezen. Soms hebben mensen minder tanden of kiezen in hun mond, met name verstandskiezen komen soms niet door of worden snel weer getrokken. Ook kunnen mensen door een ongeval tanden of kiezen verliezen. Ik zet dan een stifttand of een brug in het gebit, zodat mensen hun voedsel toch goed kunnen kauwen. Mensen die een scheef gebit hebben, verwijs ik door naar een orthodontist.



DE BOUW VAN HET GEBIT

Een gebit bestaat uit tanden en kiezen. Tanden en kiezen noem je **gebitselementen**. Tanden en kiezen zitten met een of meer **wortels** vast in de onder- of bovenkaak bevestigd (zie afbeelding 37). Het deel van een tand of kies dat buiten de kaak uitsteekt, heet de **kroon**.

▼ **Afb. 37** Het gebit.



▼ **Afb. 38**

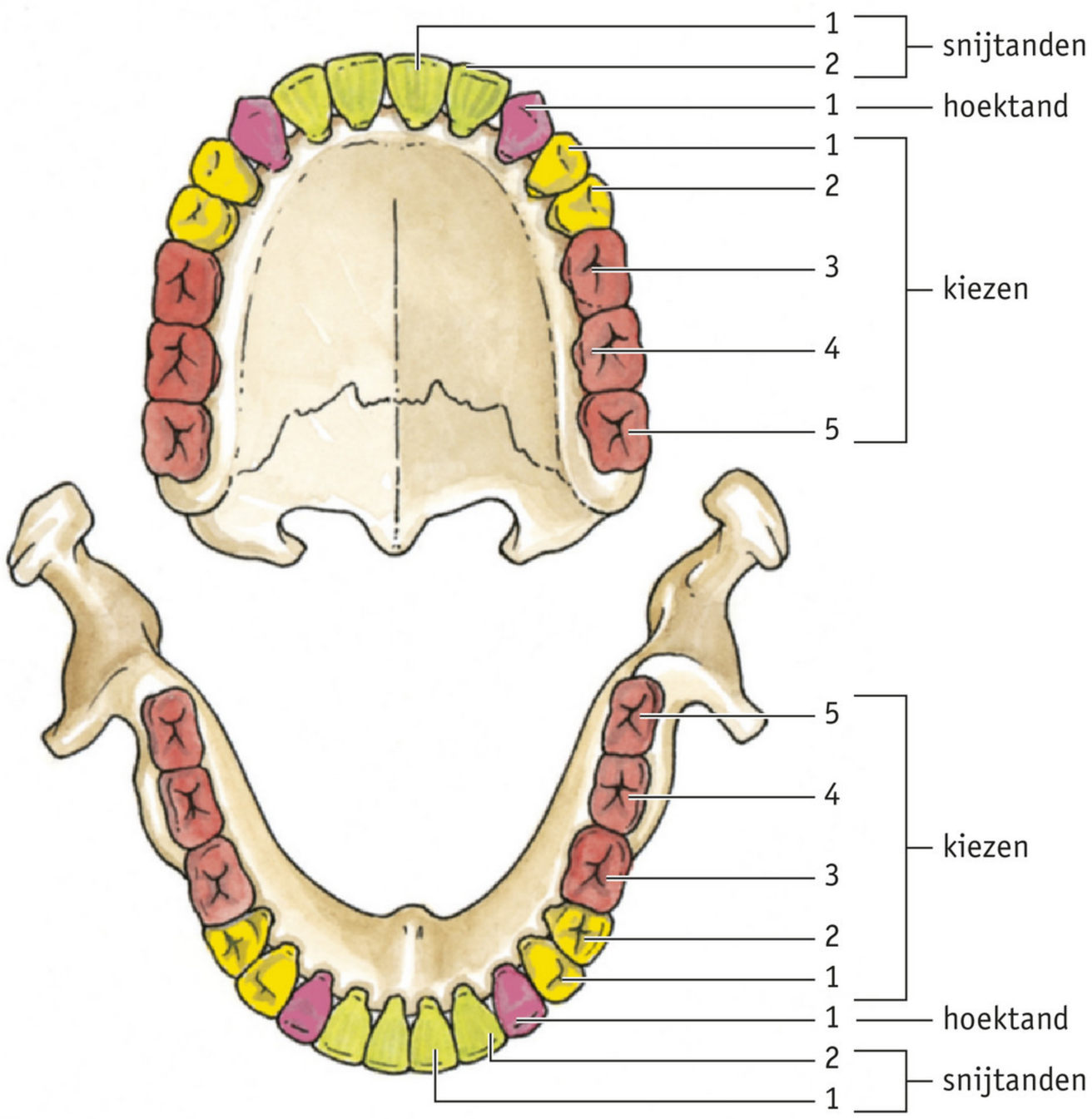
Een tand of kies bestaat voor het grootste deel uit **tandbeen**. Het tandbeen van de kroon is bedekt met **glazuur**. Glazuur is zeer hard. Het tandbeen van de wortel(s) is bedekt met een dun laagje **cement**. In het tandbeen bevindt zich een holte. In deze **tandholte** liggen bloedvaten en zenuwen. Om de wortel(s) zit een vlies. Dit **wortelvlies** zorgt voor de bevestiging van de tand of kies in de kaak. De kaak is bedekt met **tandvlees**.

Met snijtanden en hoektanden bijt je stukken van je voedsel af. Bij roofdieren dienen de hoektanden voor het grijpen van de prooi (zie afbeelding 38). Bij de mens zijn de hoektanden iets puntiger dan de snijtanden.

TANDFORMULE

In afbeelding 39.1 zijn de bovenkaak en de onderkaak van een volwassene met een volledig gebit getekend. We kunnen de samenstelling van een gebit weergeven in een zogenoemde **tandformule** (zie afbeelding 39.2). De getallen geven het aantal snijtanden, hoektanden en kiezen aan. De getallen boven de horizontale lijn geven de tanden en kiezen in de bovenkaak aan en onder de horizontale lijn geven ze de tanden en kiezen in de onderkaak aan. De verticale lijn geeft het midden van het gebit aan. Links zijn de rechterkaakhelften weergegeven, rechts de linkerkaakhelften.
Tandartsen zoals Peter houden hun werkzaamheden aan een gebit bij met een behandelkaart. Vroeger was dit echt een kaart, maar tegenwoordig gebruikt een arts een computer. Op het scherm is een soort plattegrond van het gebit te zien die ook wel wat lijkt op de tandformule (zie afbeelding 39.3).

▼ **Afb. 39**



1 bovenkaak en onderkaak van een volwassene met een volledig gebit

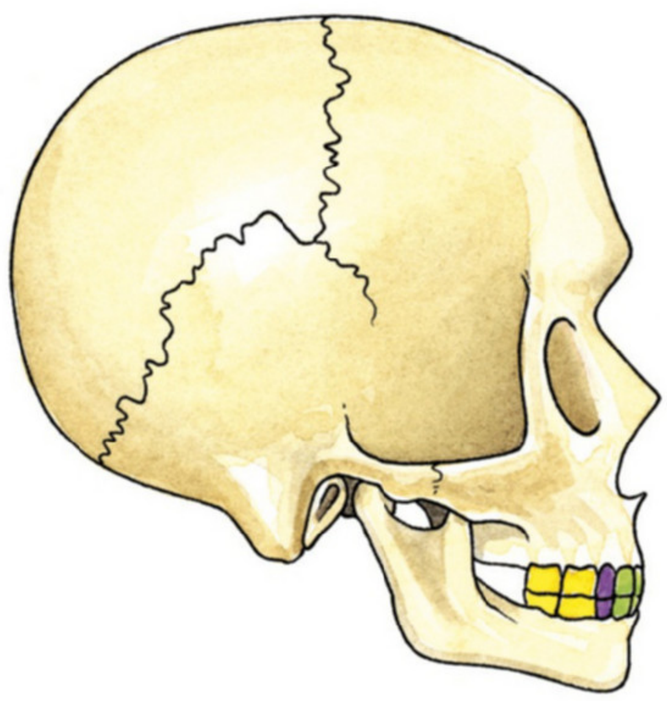
	bovenkaak		
rechter-kaakhelften	5 . 1 . 2	2 . 1 . 5	linker-kaakhelften
	5 . 1 . 2	2 . 1 . 5	
	onderkaak		

2 tandformule van dit gebit

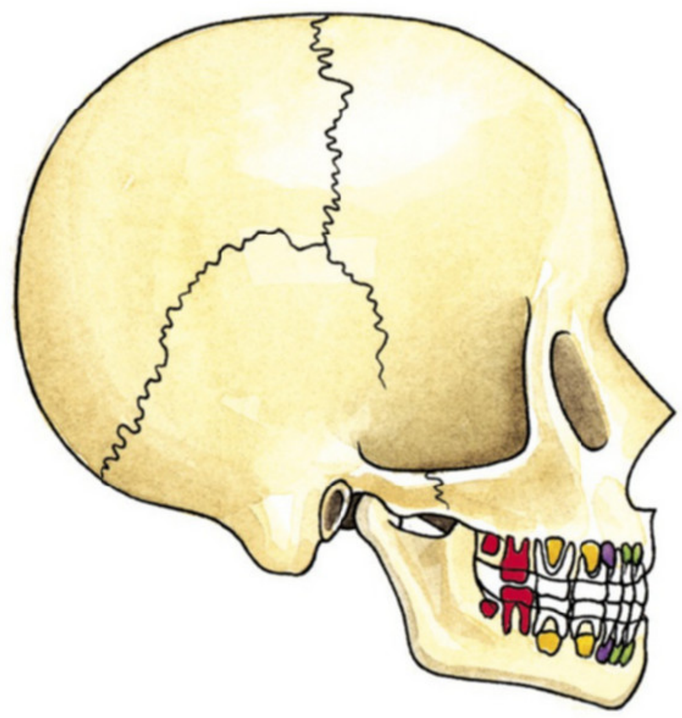
3 behandelkaart op de computer

Een pasgeboren kind heeft nog geen gebit. Tussen een half jaar en 2 jaar breekt het **melkgebit** door. Vanaf ongeveer 6 jaar worden de tanden en kiezen van het melkgebit vervangen door tanden en kiezen van het **blijvende gebit**. Dit heet **wisselen**. Er komen dan ook kiezen bij (zie afbeelding 40). De achterste kiezen staan ver in de mondholte. Dit zijn de **verstandskiezen**. Ze komen meestal later door dan de rest van het blijvende gebit.

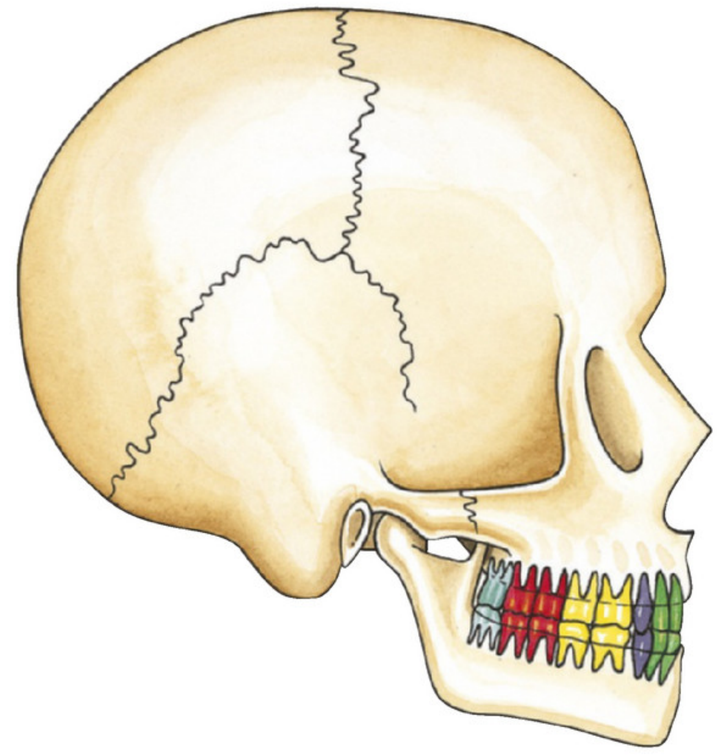
▼ **Afb. 40** Wisselen (schematisch).



1 melkgebit



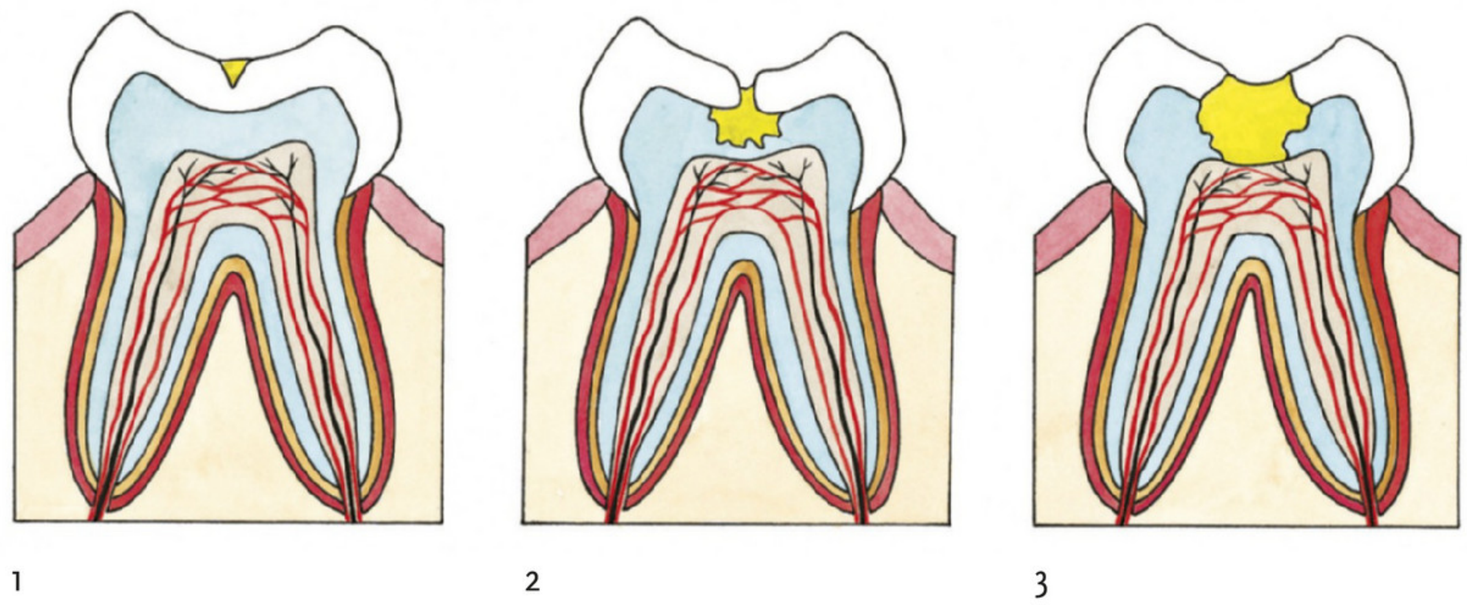
2 doorbraak blijvende gebit



3 blijvende gebit

WB OPDRACHT 26 T/M 29 BLZ. 64

▶ **Afb. 41** Fasen van aantasting van een kies (schematisch).

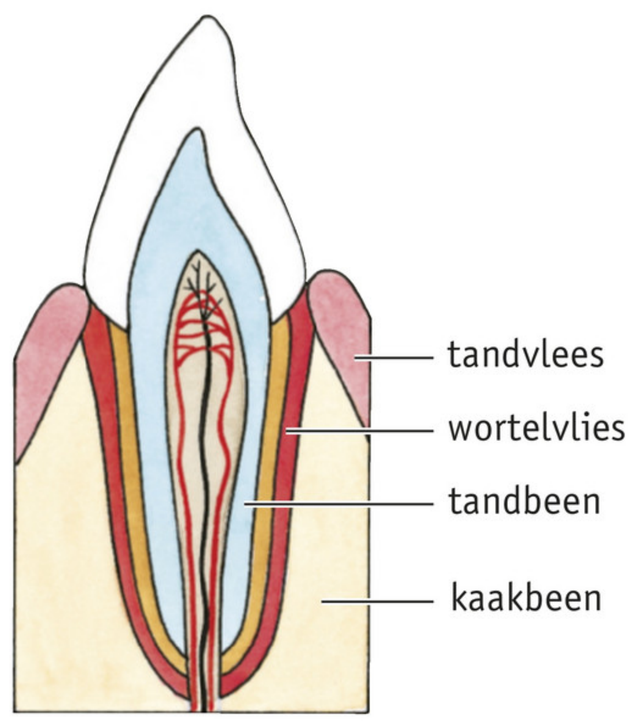


DE VERZORGING VAN JE GEBIT

Voor een gezond gebit is het nodig dat je elke dag je tanden en kiezen minstens één keer grondig poetst. Door te poetsen verminder je de kans op het ontstaan van een gaatje in het glazuur van een tand of kies. Deze vorm van aantasting van tanden en kiezen heet **cariës**. In afbeelding 41 zie je hoe een gaatje ontstaat. Dit proces begint wanneer **tandplak** niet voldoende wordt weggepoetst. Je kunt tandplak tegengaan door twee keer per dag je tanden goed te poetsen.

▶ **Afb. 42** Gezond tandvlees.

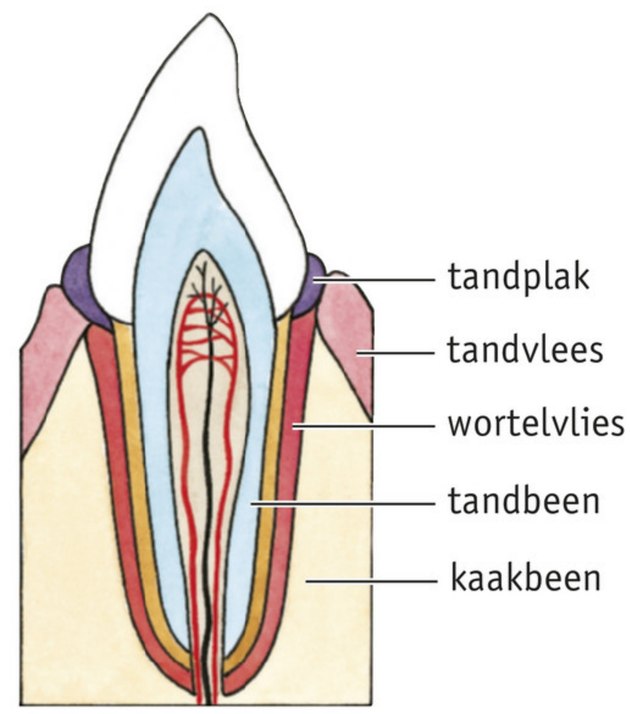
1



2 het tandvlees zit strak om de tand heen (schematisch)

▶ **Afb. 43** Ontstoken tandvlees.

1 teruggetrokken tandvlees



2 door het teruggetrokken tandvlees ontstaat gemakkelijk tandplak in de ruimte tussen tand en tandvlees

Tandplak is een laagje op je tanden dat bestaat uit bacteriën, etensresten en speeksel. De bacteriën in de tandplak zetten suikers uit je voedsel om in zuren. De zuren lossen het glazuur van je tanden en kiezen telkens een beetje op. De bacteriën vormen dit zuur vooral op de momenten dat je eet, of vlak erna. Ook veel frisdranken bevatten zure stoffen die het glazuur van de tanden aantasten. Normaal gesproken heeft het glazuur tussen de maaltijden door voldoende tijd om zich te herstellen. Maar als je vaak tussendoor frisdrank drinkt, kan het glazuur zich niet meer herstellen. De aantasting van het gebit die zo ontstaat, wordt tanderosie genoemd. Door tandplak kan ook het wortelvlies gaan ontsteken. Zo kan de kies los komen te zitten en zelfs uitvallen, zie afbeelding 43.

TANDEN POETSEN

Je kunt je tanden poetsen met een tandenborstel of een elektrische tandenborstel. Deze laatste heeft als voordeel dat de borstel zelf al poetsbewegingen maakt. Gebruik bij het poetsen fluoridetandpasta. De fluoride verstevigt het glazuur op tanden en kiezen. Maak tijdens het poetsen korte poetsbewegingen. Met name het poetsen van de overgang van je tanden en kiezen naar je tandvlees is belangrijk, omdat hier gemakkelijk tandplak blijft zitten. De ruimte tussen je tanden kan niet worden bereikt met een tandenborstel of een elektrische tandenborstel. Gebruik daarom floszijde, tandenstokers of ragers.
Poets je tanden minimaal 2 minuten per keer en poets twee keer per dag: 's avonds voor het slapen gaan en 's ochtends na het ontbijt. Eén keer grondig poetsen is beter dan vaker eventjes poetsen.

Om te controleren of je daadwerkelijk alle tandplak hebt weggepoetst tijdens het poetsen, kun je tandplakverklikker kopen bij de drogist of apotheek. Tandplakverklikker is een kleurstof waarmee je zelf kunt controleren waar op je tanden en kiezen tandplak zit. Is er na het poetsen nog wat van die kleurstof aanwezig, dan zit daar tandplak. Tandplak die blijft zitten, gaat verkalken. Het verandert in **tandsteen**. Tandsteen kun je zelf niet meer wegpoetsen.

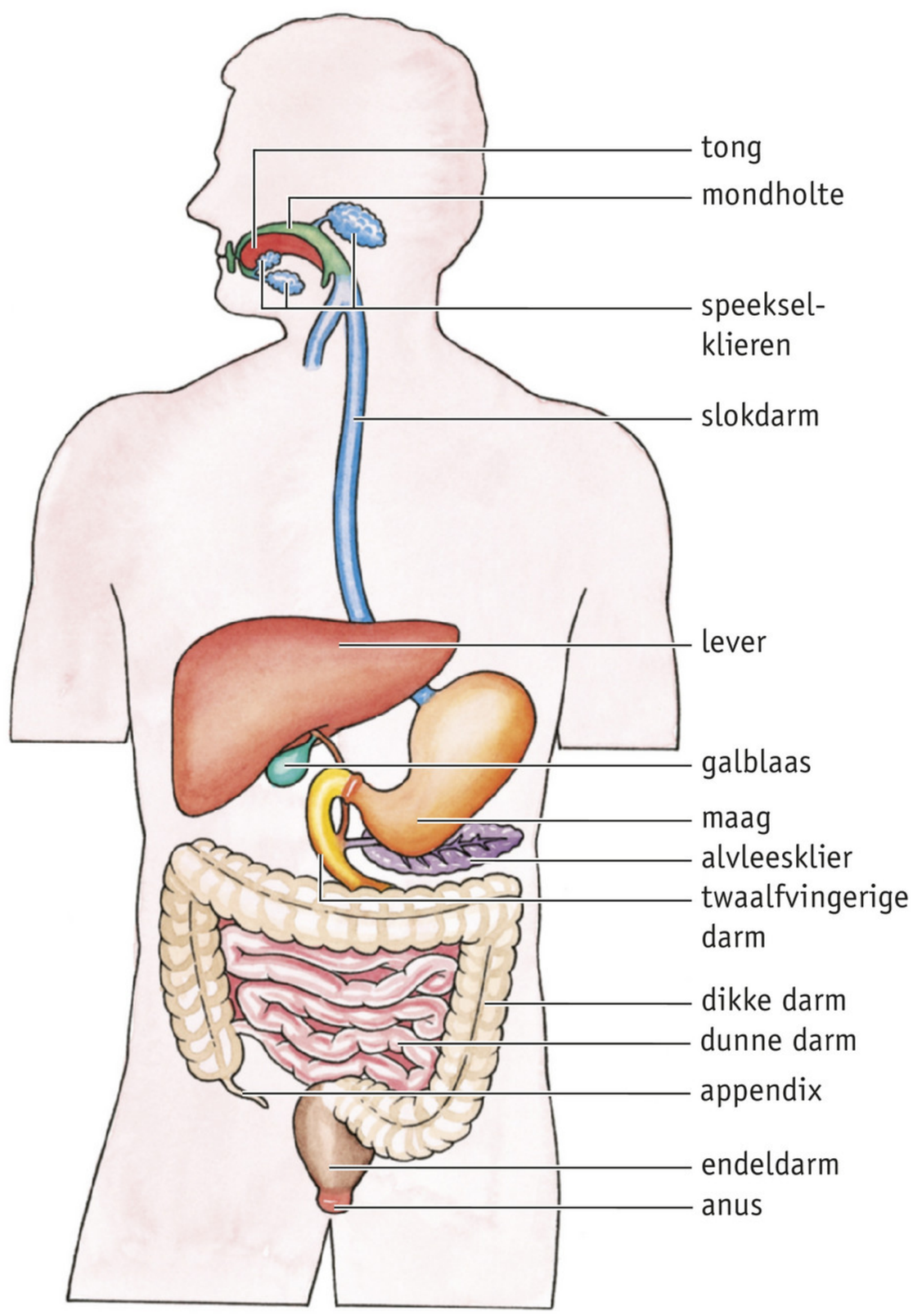
▼ **Afb. 44** Gebitscorrectie door middel van een beugel.

Wanneer je tanden en kiezen niet goed staan, kan de tandarts je doorverwijzen naar een orthodontist. Orthodontisten passen **gebitscorrectie** toe door middel van een beugel (zie afbeelding 44). Wanneer je boventanden erg ver over je ondertanden vallen, spreek je van een 'overbeet'. Dit kan ontstaan wanneer je bij het slikken met je tong tegen je tanden drukt. Je kunt dan ook naar een logopedist worden doorverwezen. Een logopedist leert je slikken zonder dat je met je tong tegen je tanden aandrukt.

WB OPDRACHT 30 BLZ. 66

7 Het verteringsstelsel

▼ **Afb. 45** Het verteringsstelsel van de mens (schematisch).



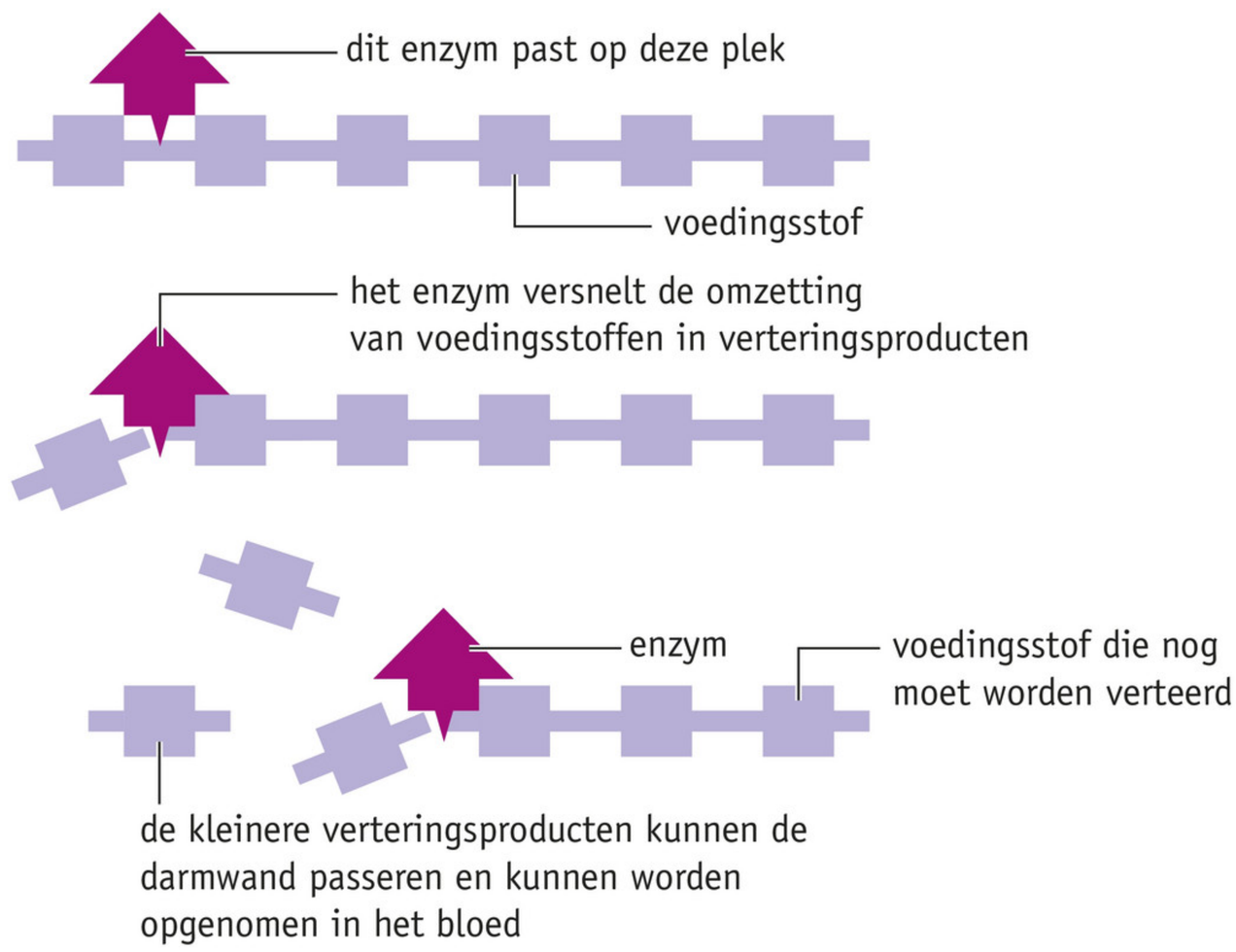
In afbeelding 45 is het verteringsstelsel van de mens schematisch getekend. Het verteringsstelsel bestaat voor het grootste deel uit een lang kanaal van de mond tot de anus: het darmkanaal.

In het **verteringsstelsel** worden voedingsstoffen opgenomen in het bloed. Sommige voedingsstoffen kunnen zo in het bloed worden opgenomen. Voorbeelden hiervan zijn glucose, vitaminen, mineralen en water. Andere voedingsstoffen worden in het darmkanaal eerst **verteerd** voor ze worden opgenomen. Voorbeelden hiervan zijn eiwitten, de meeste koolhydraten (bijvoorbeeld suiker en zetmeel) en veel vetten. De moleculen waaruit ze bestaan worden tijdens het verteren omgezet in kleinere moleculen: de **verteringsproducten**. De verteringsproducten worden via de darmwand in het bloed opgenomen.

VERTERINGSSAPPEN

De vertering gebeurt met **verteringssappen**. Speeksel en maagsap zijn voorbeelden van verteringssappen. Verteringssappen worden gemaakt door **verteringsklieren**. De verteringsklieren bij de mens zijn de speekselklieren, de maagsapklieren, de lever, de alvleesklier en de darmsapklieren. Bij vertering vinden scheikundige reacties plaats. Veel van deze reacties verlopen langzaam bij je lichaamstemperatuur. Veel verteringssappen bevatten **enzymen**. De enzymen in verteringssappen zorgen ervoor dat de scheikundige reacties sneller verlopen, waardoor ook de vertering sneller gaat. Veel verteringsenzymen breken grote moleculen af tot kleine (zie afbeelding 46). Na een reactie zijn de enzymmoleculen niet verandert en kunnen dan opnieuw een reactie versnellen.
Niet alle stoffen in je voedsel kunnen worden verteerd. Onverteerde resten (bijvoorbeeld voedingsvezel) verlaten het lichaam via de anus (zie afbeelding 47).

▼ **Afb. 46** Met behulp van enzymen worden voedingsstoffen omgezet in verteringsproducten.



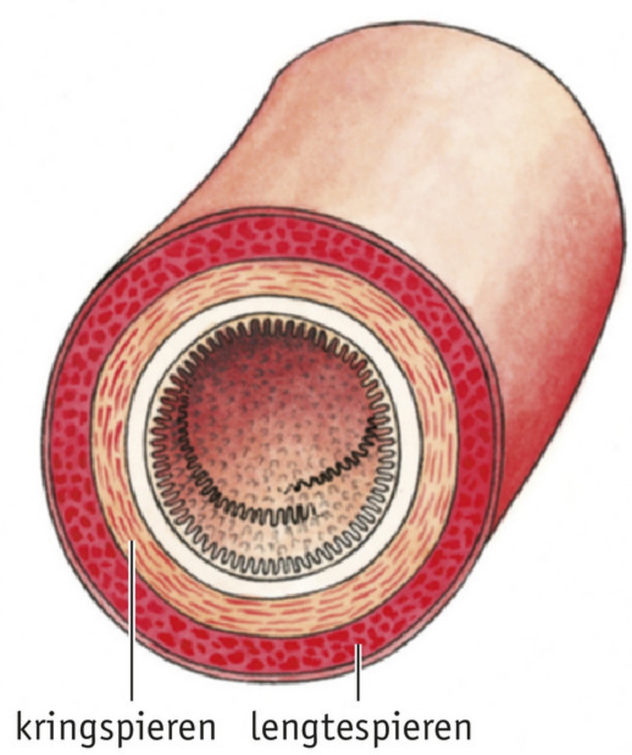
▼ **Afb. 47** Onverteerde voedselresten verlaten het lichaam via de anus.

DARMPERISTALTIEK

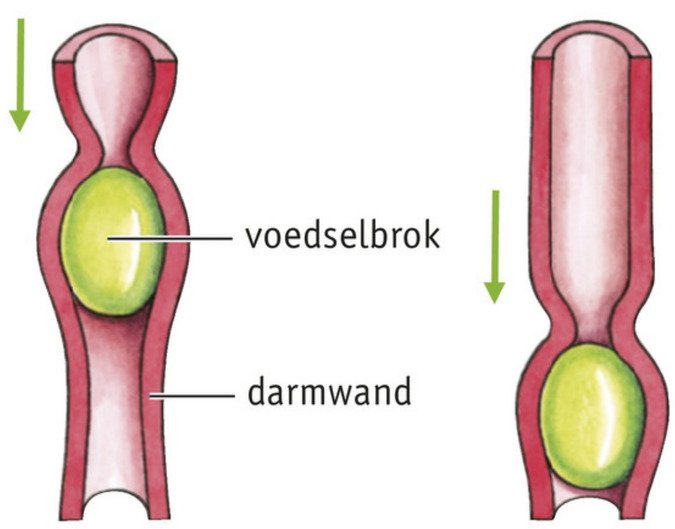
In de wand van het gehele darmkanaal bevinden zich **kringspieren** en **lengtespieren** (zie afbeelding 48). Door het afwisselend samentrekken van deze spieren ontstaan **peristaltische bewegingen**, die samen **darmperistaltiek** heten. Door de darmperistaltiek wordt de voedselbrij voortgeduwd. Ook wordt hierdoor de voedselbrij gekneed en goed gemengd met verteringssappen.

In afbeelding 49 is weergegeven hoe de darmperistaltiek tot stand komt. Vlak vóór een voedselbrok ontspannen de kringspieren zich en trekken de lengtespieren zich samen. Het darmkanaal wordt daardoor op deze plaats wijder. Vlak achter de voedselbrok trekken de kringspieren zich samen en ontspannen de lengtespieren zich. Het darmkanaal wordt daardoor op deze plaats nauwer. Met de binnenband van een fiets en een pingpongballetje is een peristaltische beweging na te bootsen (zie afbeelding 50). Als je net achter het balletje op de band drukt, schuift het balletje op.

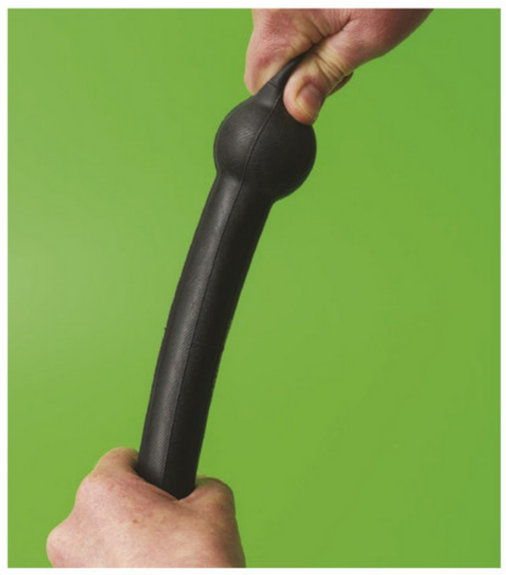
▼ **Afb. 48** Kringspieren en lengtespieren (schematisch).



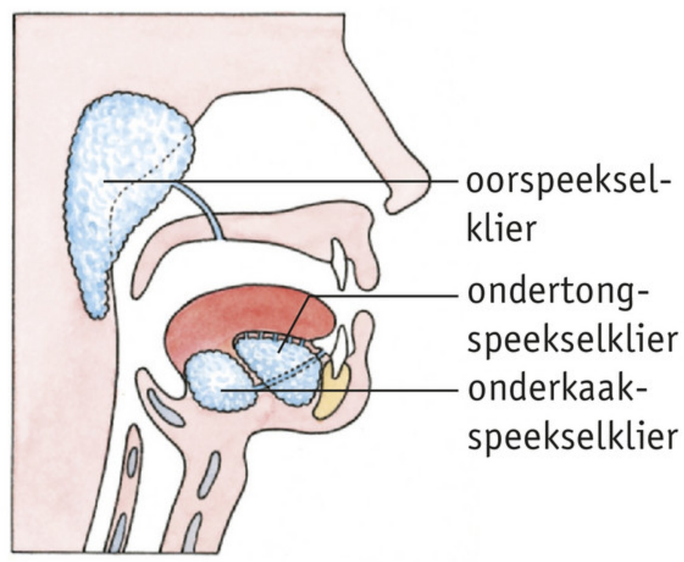
▼ **Afb. 49** Darmperistaltiek (schematisch).



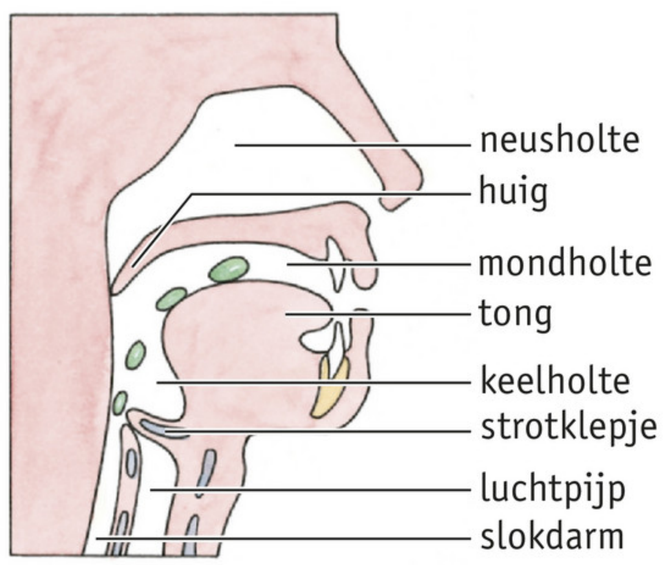
▼ **Afb. 50** Nabootsing van een peristaltische beweging.



▼ **Afb. 51** De ligging van de speekselklieren (schematisch).



▼ **Afb. 52** Voedsel inslikken (schematisch).



In basisstof 4 heb je geleerd dat gezonde voeding veel producten bevat die rijk zijn aan voedingsvezel. Voedingsvezel prikkelt de spieren in de wand van het darmkanaal, vooral in de dikke darm. Hierdoor wordt de darmperistaltiek bevorderd en verloopt de stoelgang (het poepen) goed.

WB OPDRACHT 31 EN 32 BLZ. 69

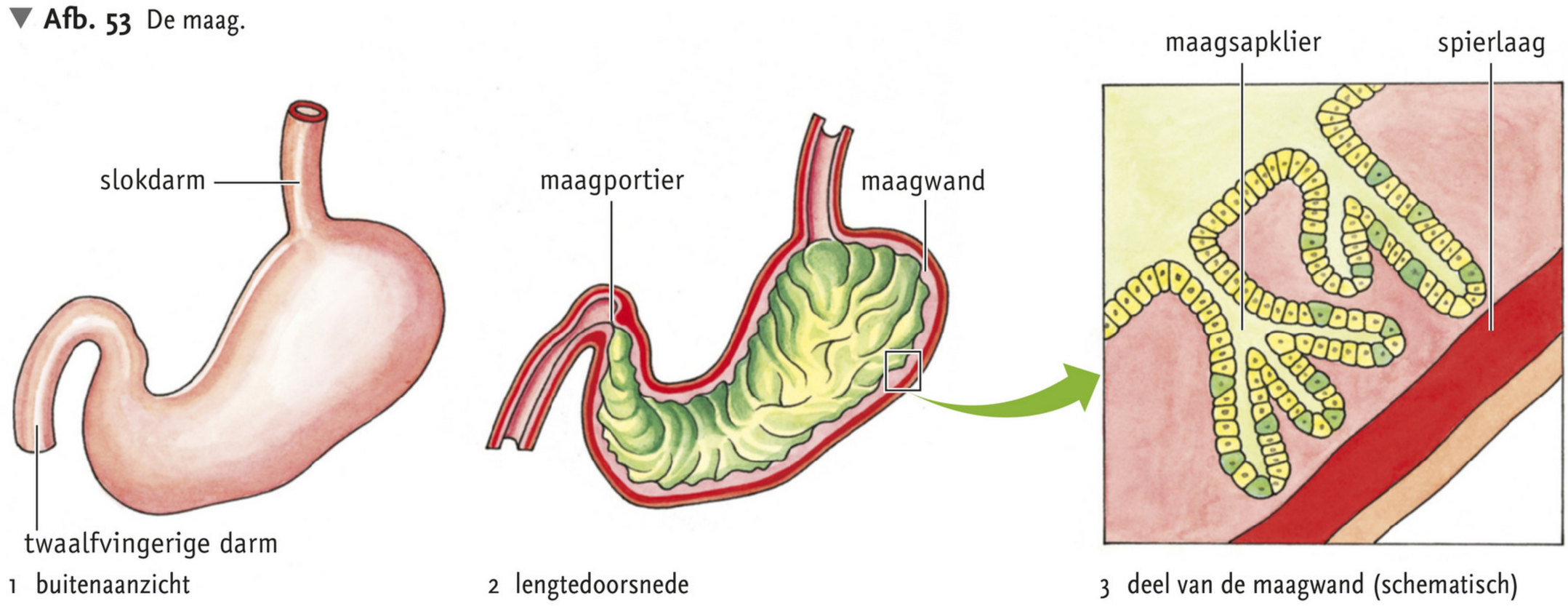
DE MONDHOLTE, DE KEELHOLTE EN DE SLOKDARM

De vertering van voedsel begint in je **mondholte**. Als je kauwt, wordt het voedsel in kleine stukjes verdeeld, zodat je het voedsel kunt inslikken. In basisstof 6 heb je geleerd dat bij het kauwen ook het oppervlak van het voedsel wordt vergroot.
Je **speekselklieren** (zie afbeelding 51) produceren **speeksel**, dat bestaat uit water, slijm en een enzym. Het slijm verhoogt de glijbaarheid van het voedsel, waardoor het inslikken gemakkelijker gaat. Het **enzym** in speeksel verteert zetmeel. Hierdoor wordt zetmeel in je voedsel voor een deel al in je mond verteerd.
Met je tong duw je het voedsel vanuit je mondholte naar je **keelholte**. Door te slikken wordt het voedsel in je **slokdarm** geduwd. Bij het inslikken wordt de neusholte automatisch afgesloten met de huig en de luchtpijp met het strotklepje (zie afbeelding 52). Het voedsel kan dan alleen je slokdarm in.
Door de darmperistaltiek wordt het voedsel in je slokdarm voortgeduwd naar je maag. In je slokdarm worden geen verteringssappen aan het voedsel toegevoegd.

DE MAAG

Via de slokdarm komt voedsel in de **maag** terecht (zie afbeelding 53). Je maag is vrijwel constant in beweging doordat de lengtespieren en de kringspieren zich afwisselend samentrekken en ontspannen. Voedsel in de maag wordt zo gemengd met maagsap. Maagsap wordt gemaakt in **maagsapklieren**.

▼ **Afb. 53** De maag.



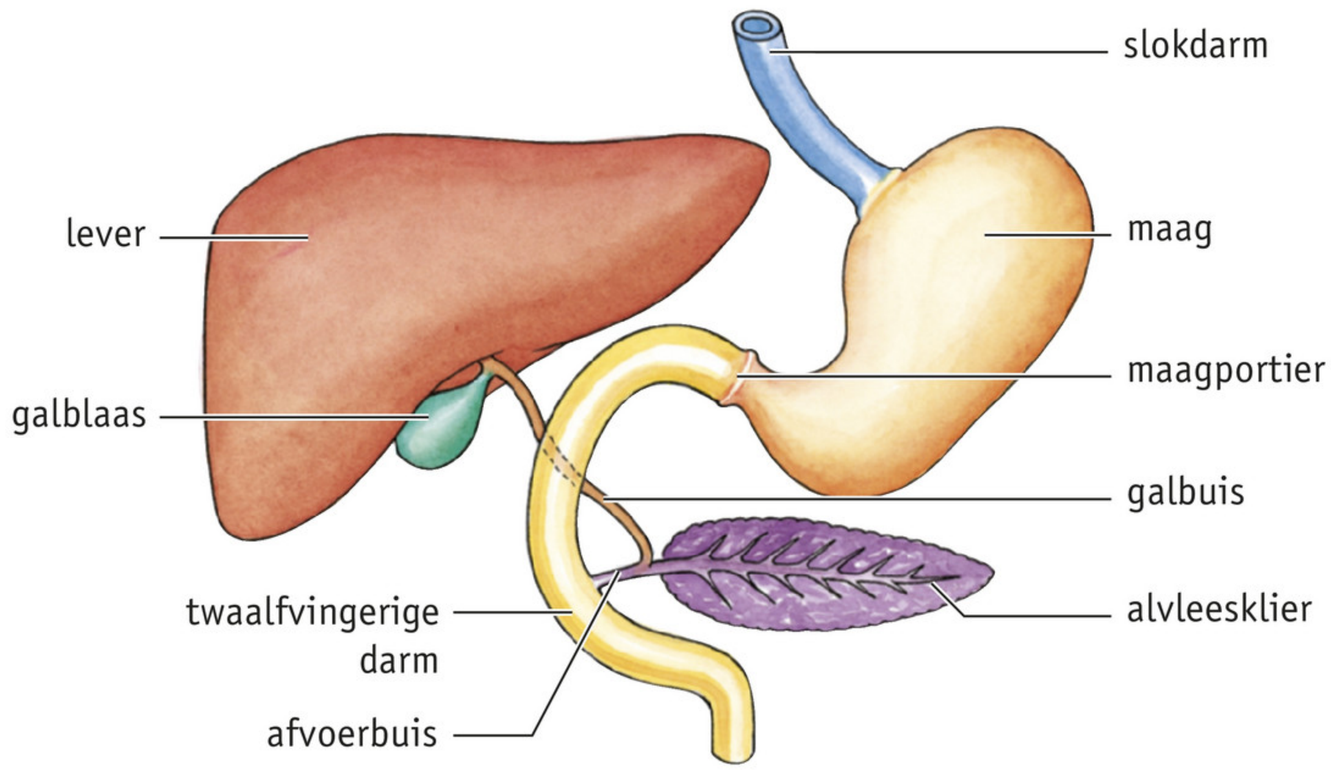
1 buitenaanzicht
2 lengtedoorsnede
3 deel van de maagwand (schematisch)

Maagsap bestaat uit water, zoutzuur en een enzym. Het **zoutzuur** zorgt ervoor dat bacteriën die met je voedsel zijn meegekomen worden gedood. Door het **enzym** worden **eiwitten** in je voedsel verteerd.
De maag is een **tijdelijke opslagplaats** voor voedsel. Het voedsel verblijft hier ongeveer twee tot vier uur en verlaat de maag vervolgens via de **maagportier**. Dit is een kringspier aan het einde van je maag. De maagportier laat telkens kleine hoeveelheden voedsel door naar de twaalfvingerige darm.

WB OPDRACHT 33 T/M 35 BLZ. 70

DE TWAALFVINGERIGE DARM

In de **twaalfvingerige darm** monden de afvoerbuizen van de **lever** en de **alvleesklier** uit (zie afbeelding 54). De lever produceert **gal**, dat tijdelijk wordt opgeslagen in de **galblaas**. Via de **galbuis** wordt gal naar de twaalfvingerige darm gevoerd, als dat nodig is. De galblaas is dus geen klier, maar een opslagplaats.

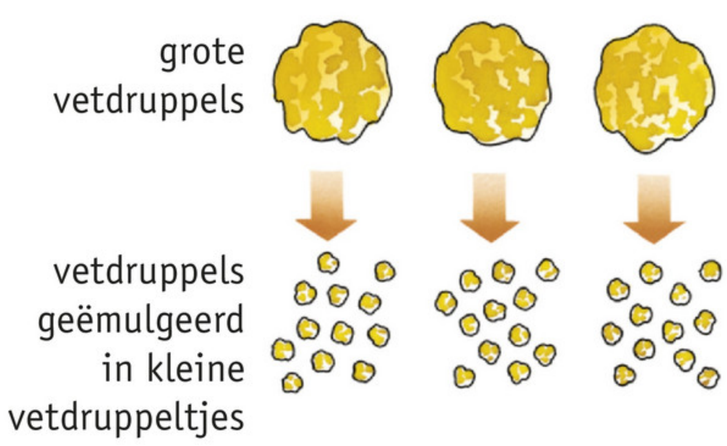


▶ **Afb. 54** De ligging van de maag, lever, galblaas, alvleesklier en twaalfvingerige darm (schematisch).

Vetten mengen niet met water, maar vormen grote druppels (zie afbeelding 55). Gal **emulgeert** vetten (zie afbeelding 56). Dat wil zeggen dat gal grote vetdruppels verdeelt in kleine vetdruppeltjes. Gal verteert de vetten dus niet. Door het emulgeren vindt oppervlaktevergroting plaats, waardoor de moleculen van de vetten beter bereikbaar zijn voor enzymmoleculen. De vetten verteren daardoor sneller.
De **alvleesklier** produceert **alvleessap**. Alvleessap bevat verschillende enzymen die helpen bij de vertering van **eiwitten**, **koolhydraten** en **vetten**.

▼ **Afb. 55** Water met vetdruppels.

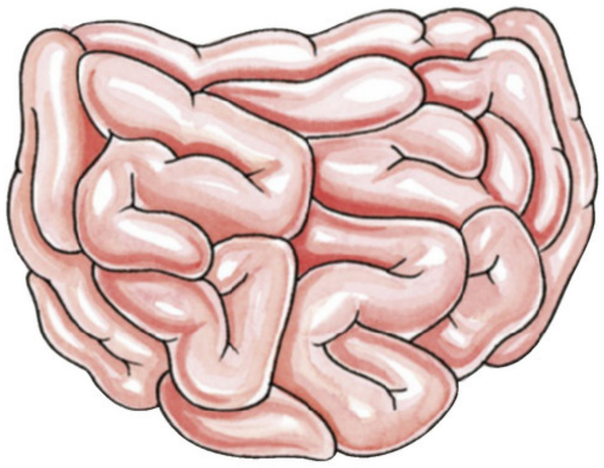
▼ **Afb. 56** Gal emulgeert vetten.



DUNNE DARM

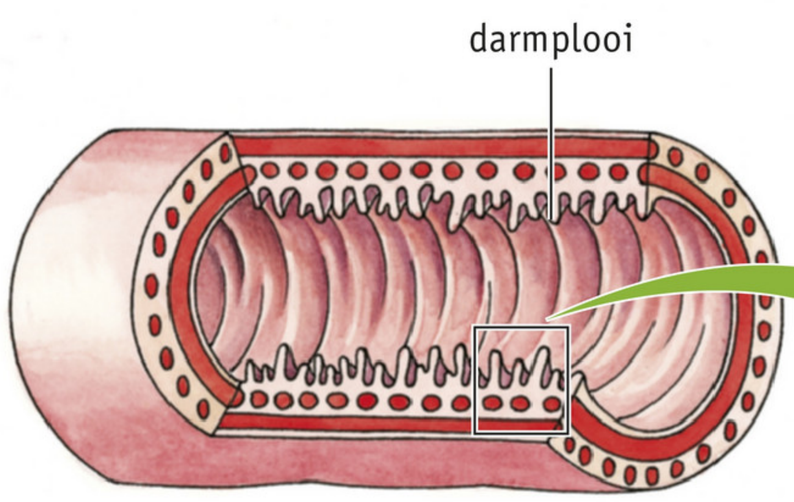
De **dunne darm** is bij de mens ongeveer 8 m lang. In de wand liggen **darmsapklieren** die **darmsap** produceren. Darmsap bestaat uit water, slijm en verschillende enzymen. De enzymen in de dunne darm maken de vertering van **eiwitten**, **koolhydraten** en **vetten** af. In de dunne darm vindt opname van de verteringsproducten plaats. Ook de opname van voedingsstoffen die niet hoeven te worden verteerd, vindt vooral in de dunne darm plaats.
In het darmkanaal komen verschillende verteringssappen bij de voedselbrij. Doordat alle verteringssappen veel water bevatten, is de voedselbrij zelf veel water gaan bevatten. In de dunne darm wordt het grootste deel van dit water weer opgenomen.

▼ **Afb. 57** De bouw van de dunne darm (schematisch).

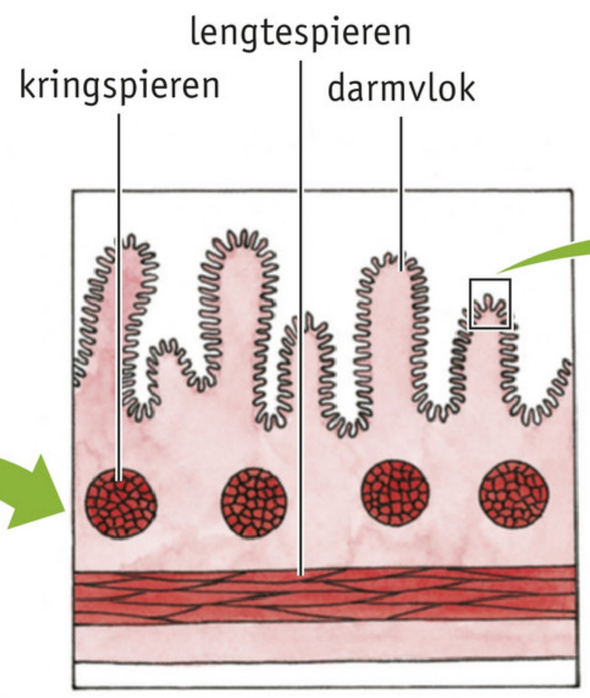


1 dunne darm (buitenaanzicht)

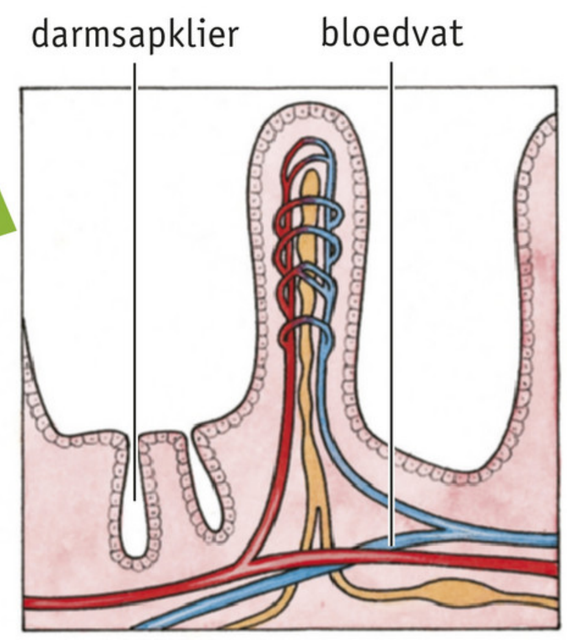
De wand van de dunne darm is sterk geplooid (zie afbeelding 57). Op de **darmplooien** staan weer uitstulpingen, de **darmvlokken**. In de darmvlokken bevinden zich **bloedvaten**. De wand van de darmvlokken is heel dun. Hierdoor kan water met opgeloste voedingsstoffen en verteringsproducten door de darmwand heen worden opgenomen in het bloed in de bloedvaten. Door de darmplooien en de darmvlokken heeft de dunne darm een groot oppervlak. Daardoor kan de opname van stoffen snel plaatsvinden. Het bloed vervoert de opgenomen stoffen naar de cellen. In thema 3 De bloedsomloop leer je daar meer over.



2 deel van de dunne darm (doorsnede)



3 darmplooien vergroot



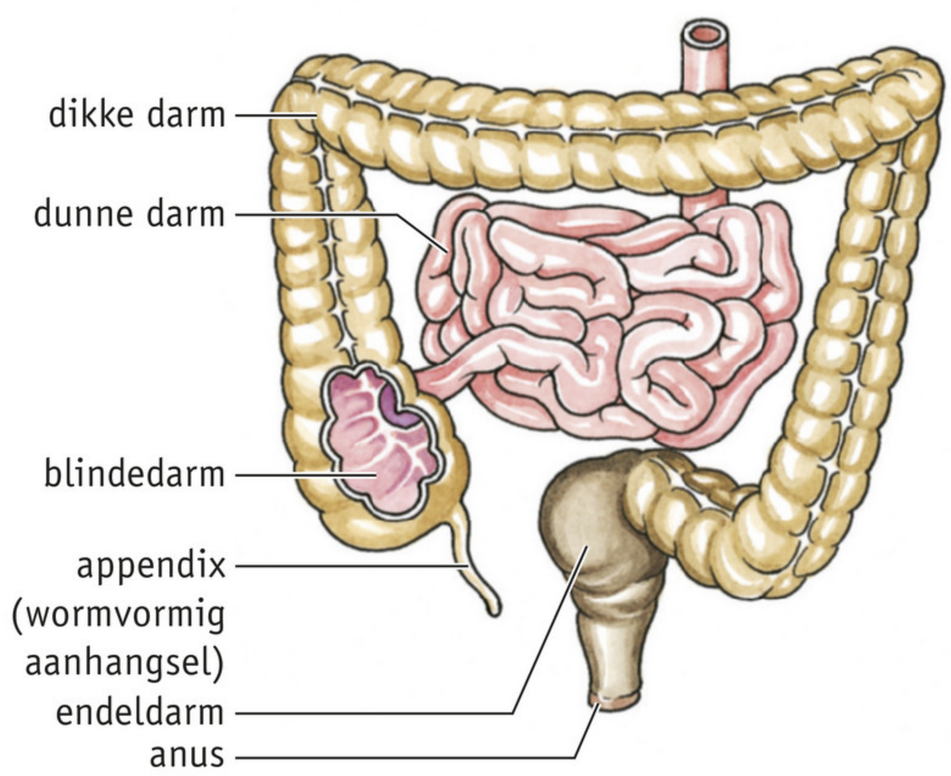
4 darmvlok vergroot

BLINDEDARM, DIKKE DARM EN ENDELDARM

Vlak onder de plaats waar de dunne darm in de dikke darm uitmondt, ligt de **blindedarm** (zie afbeelding 58). Aan de onderkant van de blindedarm zit een uitstulping, het **wormvormig aanhangsel** of de **appendix**. Bij een 'blindedarm-ontsteking' is de appendix ontstoken. Die wordt dan operatief verwijderd. De blindedarm zelf blijft zitten.

De **dikke darm** is ongeveer 1,5 m lang. Vanuit de dunne darm komen voedselresten die niet zijn verteerd in de dikke darm. Deze brij van onverteerde voedselresten bevat nog veel water. In de dikke darm wordt vrijwel al het water aan de onverteerde voedselresten onttrokken en opgenomen in het bloed in de bloedvaten in de wand van de dikke darm. De brij van onverteerde voedselresten

▶ **Afb. 58** De ligging van dunne darm, blindedarm met wormvormig aanhangsel, dikke darm en endeldarm met anus (schematisch).

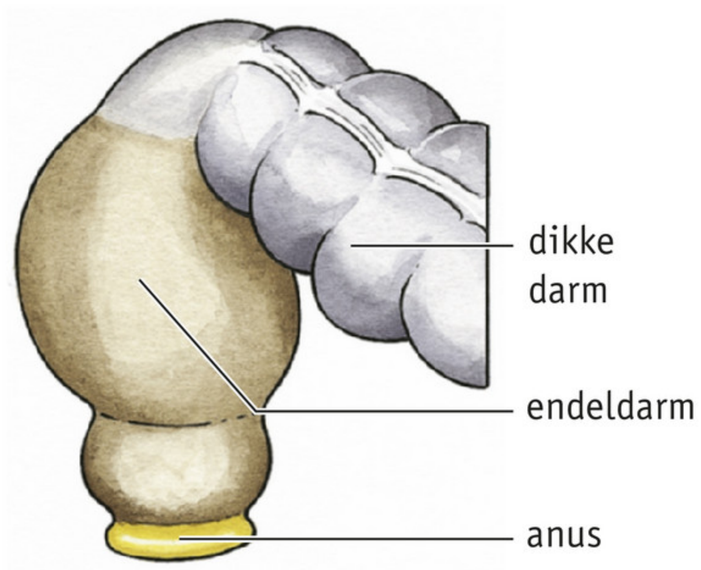


wordt daardoor ingedikt. Als dat niet gebeurde, zou je te veel vocht verliezen en uitdrogen. Als je **diarree** hebt, wordt er in de dunne darm en in de dikke darm onvoldoende water in het bloed opgenomen.

In de dikke darm leven veel bacteriën. Deze bacteriën produceren onder andere een enzym voor de vertering van **cellulose** in de celwanden van plantaardige voedingsresten. Cellulose is moeilijk te verteren. In de verteringssappen van de mens komt geen enzym voor dat cellulose kan verteren. Doordat de bacteriën een enzym voor de vertering van cellulose produceren, wordt in de dikke darm een deel van de plantaardige voedselresten verteerd. Bij de vertering van cellulose ontstaat onder andere glucose. Een deel van deze glucose wordt in de dikke darm in het bloed opgenomen.

Door de darmperistaltiek gaan de ingedikte, onverteerde voedselresten naar de **endeldarm** (zie afbeelding 59). Daar worden ze verzameld en opgeslagen. Het darmkanaal wordt afgesloten door een kringspier, de **anus**. De anus is normaal aangespannen. Als de endeldarm gevuld raakt, voel je aandrang. Op de wc span je de spieren van endeldarm aan. Als de anus ontspant, kan de endeldarm worden geleegd. Dat noem je **ontlasting**.

WB OPDRACHT 36 EN 37 BLZ. 72



▶ **Afb. 59** De endeldarm en anus (schematisch).

8 Voeding en vertering bij zoogdieren

Zoogdieren kunnen zich op verschillende manieren voeden. Sommige zoogdieren eten alleen planten. Je noemt ze **planteneters** of **herbivoren**. Andere zoogdieren eten alleen dieren. Deze dieren noem je **vleeseters** of **carnivoren**. Er zijn ook zoogdieren die planten en dieren eten. Deze noem je **alleseters** of **omnivoren**.
Er is verschil tussen het verteringsstelsel van herbivoren, carnivoren en omnivoren. Plantaardig voedsel is moeilijk verteerbaar. Dat komt door de celwanden die om plantencellen zitten. De celwanden bestaan onder andere uit **cellulose** dat moeilijk is te verteren. Dierlijke cellen hebben geen celwanden. Daardoor is dierlijk voedsel gemakkelijker te verteren.

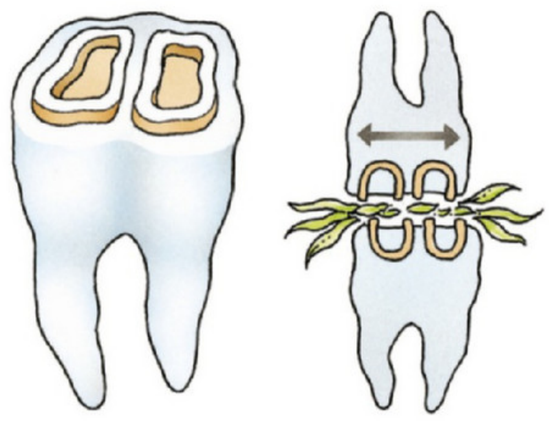
HERBIVOREN

Herbivoren hebben een lang darmkanaal in verhouding tot hun lichaamslengte. Het darmkanaal van bijvoorbeeld een koe is wel 40 meter lang. Dat is ongeveer 20× zo lang als het lichaam. De buik is daardoor dik in verhouding tot de lengte van het dier (zie afbeelding 60.1). Herbivoren hebben **plooikiezen** (zie afbeelding 60.3). Dat zijn kiezen met harde richels van glazuur. Door het kauwen wordt het voedsel tussen de harde richels fijngemalen (zie afbeelding 61). De plooien lopen loodrecht op de kauwrichting. Bij herbivoren ontbreken vaak de hoektanden (zie afbeelding 60.2).

▼ **Afb. 60** Kenmerken van de lichaamsbouw van herbivoren, carnivoren en omnivoren.

	Herbivoor	Carnivoor	Omnivoor
1 lengte darmkanaal in verhouding tot lichaamslengte			
2 schedel			
3 kiezen	plooikiezen	knipkiezen	knobbelkiezen

▼ **Afb. 61** Tussen de harde richels van de plooikiezen wordt het voedsel fijngemalen.



CARNIVOREN

Carnivoren hebben een kort darmkanaal in verhouding tot hun lichaamslengte. Bij bijvoorbeeld een hond is het darmkanaal ongeveer 5,5× zo lang als het lichaam. Het lichaam is daardoor slank (zie afbeelding 60.1). Carnivoren hebben **knipkiezen** (zie afbeelding 60.3). Dat zijn scherpe kiezen waarmee het voedsel in stukken wordt geknipt, zodat het snel kan worden doorgeslikt. De bovenkaak is breder dan de onderkaak, zodat de kiezen langs elkaar glijden als bij een schaar (zie afbeelding 62). De hoektanden zijn meestal groot, spits en scherp (zie afbeelding 60.2). Ze worden gebruikt om de prooi te doden en stukken vlees los te scheuren. Ze kunnen ook worden gebruikt voor verdediging.

▶ **Afb. 62** Bij vleeseters is de bovenkaak breder dan de onderkaak.

1 vooraanzicht schedel

2 zijaanzicht schedel

OMNIVOREN

Bij omnivoren is de lengte van het darmkanaal in verhouding tot de lichaamslengte middellang. Alleseters hebben **knobbelkiezen** (zie afbeelding 60.3). Dat zijn kiezen met een knobbelig oppervlak zodat het voedsel kan worden gemalen. Omnivoren hebben meestal hoektanden. Bij sommige omnivoren zijn die groot, spits en scherp (zie afbeelding 63). Ze worden dan gebruikt om de prooi te doden. Bij andere omnivoren zijn de hoektanden vrijwel even groot als de snijtanden (zie afbeelding 60.2). Ook de mens is een omnivoor. Wij hebben ook knobbelkiezen. Wij snijden ons voedsel klein met een mes en bewerken ons voedsel door koken, braden en dergelijke. Daardoor kunnen we een deel van ons plantaardig voedsel verteren.

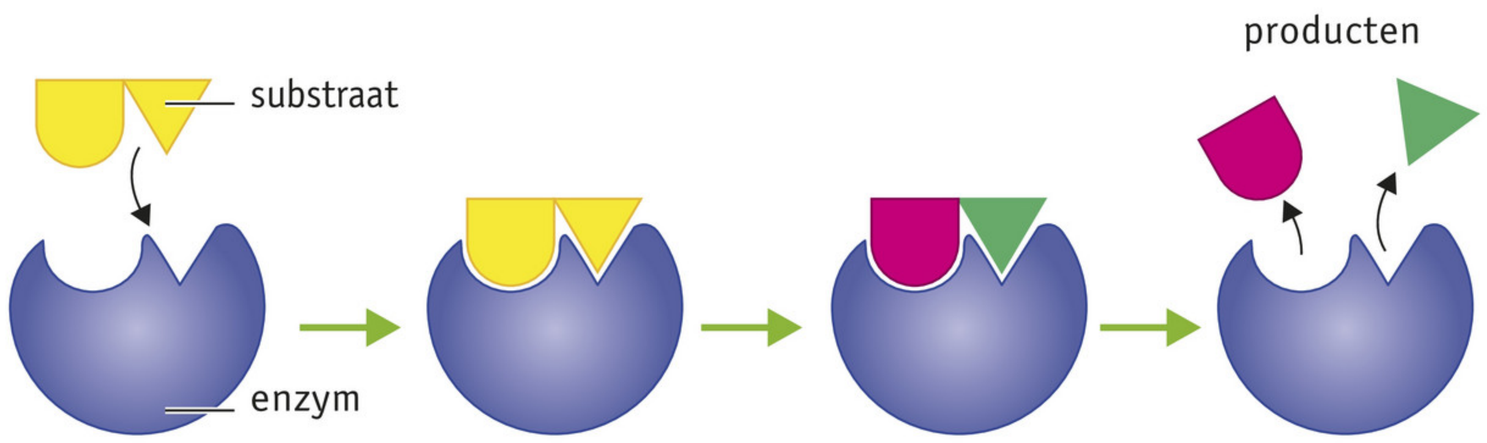
▼ **Afb. 63** Omnivoor (wild zwijn).

WB OPDRACHT 38 T/M 40 BLZ. 76

9 De werking van enzymen

In de basisstof heb je geleerd dat enzymen helpen een reactie te versnellen. Voor elke reactie is een ander enzym nodig. In afbeelding 64 zie je dat een enzym een bepaalde vorm heeft. De stof waarop hij inwerkt moet hier precies in passen. Vaak spreekt men daarom ook wel van het **sleutel-slotprincipe**.

▶ **Afb. 64**



1 Een molecuul van de stof die wordt verteerd past precies bij de vorm van het enzymmolecuul.

2 Er vindt een reactie plaats waarbij het molecuul wordt gesplitst in twee nieuwe moleculen.

3 De nieuwe moleculen laten los van het enzym. Het enzym kan nu met een volgend molecuul reageren.

TEMPERATUUR

De werking van een enzym is onder andere afhankelijk van de **temperatuur**. Voor enzymen in ons lichaam is 37 °C een optimale temperatuur om te werken. Wanneer de temperatuur hoger of lager wordt, werken de enzymen minder goed.

▼ **Afb. 65**

Britt is ziek.

Britt voelt zich ziek. Ze heeft het gevoel alsof haar lichaam soms heel warm is en dan weer heel koud wordt. Verder heeft Britt geen zin in eten. Ze rilt en voelt bezweet aan. Haar moeder meet haar lichaamstemperatuur op, die 39 °C blijkt te zijn. Doordat haar lichaamstemperatuur hoger is dan normaal, werken haar enzymen minder goed. Dit komt doordat bij hogere temperaturen steeds meer enzymmoleculen hun vorm verliezen. Het verteren van voedsel kost daardoor meer tijd.

WB OPDRACHT 41 EN 42 BLZ. 79

10 Voedselallergie en voedselintolerantie

Bij een **voedselallergie** zijn mensen overgevoelig voor bepaalde voedingsmiddelen. Misschien ken jij wel mensen met een **pinda-allergie**. Wanneer zij een pinda of een gedeelte daarvan binnenkrijgen, ontstaan lichamelijke klachten zoals rode tranende ogen, het opzwellen van de tong, neiging tot flauwvallen of bewusteloosheid. De druk in de bloedvaten is dan zo laag dat het lichaam niet goed meer kan functioneren. In dit laatste geval moeten deze mensen een injectie met het hormoon adrenaline krijgen. Mensen met een pinda-allergie dragen vaak een epi-pen bij zich, waarmee zo'n injectie kan worden gegeven (zie afbeelding 66). Bij een erg sterke pinda-allergie is het beter geen voedingsmiddelen te eten die zijn verpakt in een fabriek waar ook voedingsmiddelen met noten zijn verpakt. Sporen van noten in een voedingsmiddel kunnen al een allergische reactie veroorzaken. Naast een pinda-allergie kunnen mensen ook voor andere voedingsstoffen allergisch zijn. Zo krijgen sommige mensen last van zwellingen in hun mond of huiduitslag na het eten van bepaalde soorten fruit.

▼ **Afb. 66** Epi-pen.

▼ **Afb. 67** Ook pindakaas bevat noten.

VOEDSELINTOLERANTIE

Vaak spreekt men van **voedselintolerantie** als mensen ongewoon reageren op voedingsmiddelen (zie afbeelding 69). Ze kunnen bijvoorbeeld buikkrampen krijgen. Voedselintolerantie wordt niet veroorzaakt door de afweer van je lichaam en er zijn geen allergische reacties zoals huiduitslag. Mensen met een voedselintolerantie kunnen het best voedingsmiddelen kopen waar de stof waar ze op reageren niet in is verwerkt (zie afbeelding 68).
Mensen met **coeliakie** hebben een glutenintolerantie. Eten ze voedingsmiddelen met gluten, dan kan het darmslijmvlies als gevolg hiervan beschadigen. **Gluten** zijn eiwitten die voorkomen in granen. Wanneer je coeliakie hebt, moet je je houden aan een glutenvrij dieet. Wanneer je je hieraan houdt, zullen klachten als diarree, opgezette buik, lusteloosheid en een mogelijke groeiachterstand op termijn verdwijnen. Zodra je weer eens gluten eet, komen de klachten weer terug.

▶ **Afb. 68** Afbeeldingen die aangeven dat bepaalde ingrediënten niet in voedingsmiddelen zitten.

▼ Afb. 69

Voedselintolerantie

Mika is voor onderzoek in het ziekenhuis. Ze heeft soms enorm last van buikkrampen. Specialisten in het ziekenhuis denken dat dit komt doordat het lichaam van Mika anders op sommige voedingsmiddelen reageert dan lichamen van de meeste personen. Haar lichaam is dan intolerant voor een bepaald voedingsmiddel. Mika's moeder krijgt een lijst mee naar huis en moet elke dag noteren wat zij heeft gegeten en of zij die dag last van krampen heeft gehad.

Uit het onderzoekt blijkt dat Mika lactose-intolerantie heeft. Dit betekent dat haar lichaam geen enzymen aanmaakt die de melksuiker lactose verteren. Wanneer zij voedingsmiddelen eet die lactose bevatten, krijgt ze darmklachten. De dunne darm neemt meer water op dan normaal gesproken. Verder ontstaan in de dikke darm meer gassen. Door deze gevolgen kan Mika enorme buikkrampen krijgen. Mika kan dit voorkomen door geen voedingsmiddelen meer te eten die lactose bevatten. Ook kan ze pilletjes slikken met het enzym dat lactose verteert. Ze kan dan wel voedingsmiddelen eten met lactose.

WB OPDRACHT 43 EN 44 BLZ. 81

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de functies van voedingsstoffen en voedingsvezel in voedingsmiddelen kunnen noemen.

- Voedingsmiddelen: alle producten die je eet of drinkt.
- Voedingsstoffen: de bruikbare bestanddelen van voedingsmiddelen.
  - Bouwstoffen: worden gebruikt bij de vorming van cellen en weefsels (vooral bij groei, ontwikkeling en herstel van het lichaam).
  - Brandstoffen: leveren energie voor beweging, voor het op peil houden van de lichaamstemperatuur en voor groei, ontwikkeling en herstel.
  - Reservestoffen: worden opgeslagen in bepaalde delen van het lichaam.
  - Beschermende stoffen: zorgen ervoor dat je gezond blijft.
- Voedingsvezel: alle onverteerbare stoffen in plantaardig voedsel.
  - Functie: bevorderen van de darmperistaltiek.

DOELSTELLING 2

Je moet zes groepen voedingsstoffen met hun functies kunnen noemen en kunnen aangeven hoe zetmeel, glucose en eiwitten kunnen worden aangetoond met een indicator.

- Eiwitten.
  - Functies: vooral bouwstoffen, ook brandstoffen.
  - Eiwitten kunnen niet als reservestoffen dienen.
- Koolhydraten.
  - Functies: vooral brandstoffen, ook bouwstoffen en reservestoffen.
  - Voorbeelden: glucose, suikers, zetmeel.
- Vetten.
  - Functies: vooral brandstoffen, ook bouwstoffen en reservestoffen.
  - Vetten kunnen o.a. onder de huid worden opgeslagen.
- Water.
  - Functie: bouwstof.
  - Water is o.a. belangrijk bij het vervoer van stoffen in het lichaam.
- Mineralen (zouten).
  - Functies: bouwstoffen en beschermende stoffen.
  - Voorbeeld: kalkzouten voor de opbouw van beenderen.
- Vitaminen.
  - Functies: bouwstoffen en beschermende stoffen.
  - Vitaminen worden aangegeven met een letter (bijv. A, B, C, D en K).
- Joodoplossing is een indicator voor zetmeel.
  - Joodoplossing verandert van lichtbruin naar blauwzwart wanneer zetmeel aanwezig is.
- Glucose kun je aantonen met een teststrookje.
  - Het teststrookje verandert van kleur wanneer glucose aanwezig is.
- Eiwitten kun je aantonen met een biureet-reagens.
  - Biureet-reagens verandert van paars naar lichtblauw wanneer eiwitten aanwezig zijn.

DOELSTELLING 3

Je moet manieren kunnen noemen waarop voedsel kan worden geconserveerd.

- Conserveren: voedsel behandelen zodat het niet bederft.
  - Door conserveren worden de omstandigheden voor bacteriën en schimmels ongunstig gemaakt.
- Invriezen (bijv. vlees): de temperatuur verlagen tot –20 °C (of lager).
  - Bij deze temperatuur zijn bacteriën en schimmels onwerkzaam.
- Pasteuriseren (bijv. melk): verhitten tot 72 °C , waarbij de meeste bacteriën en schimmels doodgaan.
- Steriliseren (bijv. melk): verhitten tot 130–140 °C, waarbij alle bacteriën en schimmels doodgaan.
  - Veel voedsel (bijv. groenten) wordt gesteriliseerd en daarna ingeblikt (luchtdicht verpakt).
- Vacuüm verpakken: alle lucht wordt uit de verpakking weggezogen.
  - Gemalen koffie wordt vaak vacuüm verpakt.
- Gasverpakken: lucht in een verpakking wordt vervangen door een mengsel van gassen.
  - Door bijvoorbeeld een hoog koolstofdioxidegehalte kunnen micro-organismen niet groeien.
  - Voedingsmiddelen behouden langer hun kleur.
- Drogen (bijv. krenten): onttrekken van water aan het voedsel.
- Doorstralen: een voedingsmiddel wordt korte tijd blootgesteld aan radioactieve straling.
  - De straling remt de groei van micro-organismen.
- Conserveermiddelen toevoegen: micro-organismen kunnen niet tegen veel suiker, zuur, zout of stikstof.
  - Aan jam wordt veel suiker toegevoegd.
  - Aan augurken wordt veel zuur toegevoegd.
  - Aan nieuwe haring wordt veel zout toegevoegd.
- Additieven: stoffen die aan voedingsmiddelen worden toegevoegd om ze langer houdbaar of aantrekkelijker te maken (bijv. conserveermiddelen, geur-, kleur- en smaakstoffen).

DOELSTELLING 4

Je moet met behulp van informatie adviezen voor een gezonde voeding kunnen geven.

- Eet gevarieerd: gebruik elke dag iets uit ieder vak van de schijf van vijf.

	Voedingsmiddelen	Nodig voor
Vak 1	groente en fruit	vitamine C en voedingsvezel
Vak 2	brood en aardappelen (of rijst, macaroni, spaghetti, peulvruchten, couscous)	zetmeel, plantaardige eiwitten, vitaminen, mineralen en voedingsvezel
Vak 3	melk, kaas (of andere melkproducten) en vlees, vleeswaren, kip, vis, ei of vleesvervangers	(dierlijke) eiwitten, vitaminen en mineralen (o.a. kalk)
Vak 4	margarine, halvarine of olie	vetten en vitaminen
Vak 5	dranken	water

- Eet niet te veel en beweeg.
  - Een goed dagmenu bestaat uit drie maaltijden en niet meer dan drie of vier keer iets tussendoor.
  - Gebruik niet te veel vet, suiker en alcohol.
- Eet minder verzadigd vet.
  - Halvarine, vloeibaar vet en olie bevatten veel onverzadigd vet.
- Eet veel groente, fruit en brood.
  - Groente, fruit en brood bevatten weinig energierijke stoffen en veel voedingsstoffen.
- Ga veilig met voedsel om.
  - Voorkom voedselvergiftiging door goede voedselhygiëne.

DOELSTELLING 5

Je moet de oorzaken en de gevolgen van overgewicht en ondergewicht kunnen noemen en weten van welke factoren de energiebehoefte afhankelijk is.

- Overgewicht: je bent zwaarder dan het gewicht dat bij je leeftijd en lengte past.
- Oorzaken van overgewicht:
  - te veel voedsel;
  - te weinig beweging.
- Gevolgen van overgewicht:
  - er wordt te veel vet als reservestof opgeslagen (overgewicht);
  - meer kans op het krijgen van ziekten (bijv. hart- en vaatziekten).
- Ondergewicht: je bent lichter dan het gewicht dat bij je leeftijd en lengte past.
- Energiebehoefte is de hoeveelheid energie die een persoon per dag nodig heeft.
  - De energiebehoefte is afhankelijk van geslacht, leeftijd, lichaamsgrootte en lichamelijke inspanning.
- De Body Mass Index (BMI) is een meetinstrument om te meten of je gewicht past bij je lichaamslengte.
  - Is je BMI te laag, dan heb je ondergewicht.
  - Is je BMI te hoog, dan heb je overgewicht.
- De aanbevolen dagelijkse hoeveelheid (ADH) geeft aan hoeveel van een bepaald voedingsmiddel je per dag nodig hebt om je lichaam goed te laten functioneren.

DOELSTELLING 6

Je moet redenen kunnen noemen waarom veel mensen minder vlees eten. Je moet ook producten kunnen noemen die vlees in de maaltijd kunnen vervangen en welke voedingsstoffen daar extra veel in moeten voorkomen.

- Redenen om minder vlees te eten:
  - respect voor dieren;
  - zorg voor de gezondheid;
  - geloofsovertuiging;
  - zorg voor het milieu;
  - de wereldvoedselsituatie;
  - de smaak;
  - de prijs.
- Producten die vlees in de maaltijd kunnen vervangen: peulvruchten, tahoe, kaas, eieren en vleesvervangers.
- In deze producten moet extra veel voorkomen:
  - ijzer, omdat het lichaam ijzer uit plantaardige voedingsmiddelen minder goed kan opnemen;
  - vitamine B12, omdat dit vrijwel niet voorkomt in plantaardige voedingsmiddelen.
- In welvarende landen wordt meer voedsel geproduceerd dan men op kan eten.
  - Een deel van het voedsel wordt vernietigd of gebruikt als veevoer.

DOELSTELLING 7

Je moet mogelijke oorzaken en voorbeelden van eetstoornissen kunnen noemen.

- Eetstoornissen komen vooral voor bij meisjes en bij jonge vrouwen.
  - Mensen met een eetstoornis zijn vaak ontevreden over zichzelf, over hun lichaamsgewicht en hun uiterlijk.
  - Mensen met een eetstoornis hebben meestal een verkeerd zelfbeeld (ze vinden zich bijvoorbeeld te dik terwijl ze dat niet zijn).
- Anorexia nervosa is een eetstoornis waarbij mensen extreem weinig eten om maar niet aan te komen.

- Boulimia nervosa is een eetstoornis waarbij mensen eetbuien hebben, maar vervolgens het voedsel weer kwijt willen raken omdat ze niet willen aankomen.
- De kans op herstel is groter wanneer de eetstoornis in een vroeg stadium wordt behandeld.
  - Zonder deskundige hulp is een herstel meestal niet mogelijk.

DOELSTELLING 8

Je moet de delen van een blijvend gebit kunnen noemen met hun functies en kenmerken en een tandformule kunnen maken en lezen.

- Uitwendige bouw van een tand of kies.
  - Kroon: deel dat buiten de kaak uitsteekt.
  - Wortel(s): deel in de kaak.
- Inwendige bouw van een tand of kies.
  - Tandbeen.
  - Tandholte: holte in het tandbeen waarin bloedvaten en zenuwen liggen.
  - Glazuur: zeer harde laag om het tandbeen van de kroon.
  - Cement: laagje om het tandbeen van de wortel(s).
  - Wortelvlies: bevestigt de tand of kies in de kaak. (De kaak is bedekt met tandvlees.)
- Snijtanden en hoektanden dienen om stukken van het voedsel af te bijten.
  - Hoektanden zijn iets puntiger dan snijtanden.
- Kiezen dienen voor het fijnmalen van voedsel.
  - Kiezen hebben een knobbelige bovenkant.
- Melkgebit.
  - Ontstaat tussen 0,5 jaar en 2 jaar.
  - Tandformule:

2 . 1 . 2	2 . 1 . 2
2 . 1 . 2	2 . 1 . 2

- Blijvend gebit.
  - Ontstaat vanaf ongeveer 6 jaar door vervanging van het melkgebit (wisselen).
  - In iedere kaakhelft zitten 2 snijtanden, 1 hoektand en 5 kiezen, waarvan 1 verstandskies.
  - Tandformule:

5 . 1 . 2	2 . 1 . 5
5 . 1 . 2	2 . 1 . 5

DOELSTELLING 9

Je moet kunnen omschrijven wat tandplak is, de gevolgen ervan kunnen noemen en kunnen aangeven hoe je tandplak kunt tegengaan.

- Tandplak: een dun laagje aanslag dat zich dagelijks op de tanden en kiezen afzet.
  - Tandplak bestaat uit bacteriën, etensresten en speeksel.
- Gevolgen van tandplak.
  - Bacteriën in tandplak zetten suiker uit het voedsel om in zuur. In het zuur lost het glazuur van tanden en kiezen op.
  - Dit zuur kan cariës veroorzaken.
  - Bacteriën in tandplak kunnen tandvleesontsteking veroorzaken. Daardoor kunnen de wortelvliezen ontstoken raken, zodat de tanden en kiezen losraken.
  - Tandplak kan verkalken tot tandsteen. Tandsteen kun je niet zelf verwijderen.
- Je kunt tandplak tegengaan door per dag twee keer op de juiste manier te poetsen.

DOELSTELLING 10

Je moet de delen van het verteringsstelsel kunnen noemen en de vertering en opname van voedingsstoffen beschrijven. Ook moet je de verteringssappen kunnen noemen met hun functies.

- Vertering: het omzetten van voedingsstoffen zodat ze in het bloed kunnen worden opgenomen.
  - Eiwitten, de meeste koolhydraten en vetten worden verteerd.
  - Glucose, mineralen, vitaminen en water hoeven niet te worden verteerd.
- Vertering vindt plaats met behulp van verteringssappen.
  - Verteringssappen worden gemaakt door verteringsklieren.
  - Veel verteringssappen bevatten enzymen.
- Darmperistaltiek (peristaltische bewegingen): het afwisselend samentrekken en ontspannen van kringspieren en lengtespieren in de wand van het hele darmkanaal.
  - Door darmperistaltiek wordt de voedselbrij verplaatst, gekneed en vermengd met verteringssappen.
- Enzymen: stoffen die scheikundige processen versnellen.
  - De enzymen in verteringssappen versnellen de vertering.
- Mondholte met gebit en speekselklieren.
  - Kauwen: het voedsel in kleine stukjes verdelen, zodat het beter is in te slikken en het oppervlakte vergroten waardoor enzymen op een groter oppervlak kunnen inwerken.
  - Speekselklieren produceren speeksel.
- Slokdarm.
  - Functie: het voedsel verplaatsen van de keelholte naar de maag.

- Maag.
  - Functie: het voedsel tijdelijk opslaan.
  - Maagportier: kringspier die de maag afsluit.
  - Maagsapklieren produceren maagsap.
- Alvleesklier.
  - Functie: alvleessap produceren.
- Twaalfvingerige darm.
  - Functie: gal en alvleessap vermengen met de voedselbrij.
  - De lever geeft gal af.
  - Gal wordt tijdelijk opgeslagen in de galblaas.
- Dunne darm.
  - Functie: voedingsstoffen, verteringsproducten en water opnemen in het bloed.
  - Door de lengte, darmplooien en darmvlokken heeft de wand een groot oppervlak.
  - Darmsapklieren produceren darmsap.
- Blindedarm met wormvormig aanhangsel (appendix).
  - Bij blindedarmontsteking is de appendix ontstoken.
- Dikke darm.
  - Functie: water onttrekken aan de brij van onverteerde voedselresten, die daardoor wordt ingedikt. Het water wordt opgenomen in het bloed.
  - Bij diarree wordt in de dunne darm en in de dikke darm onvoldoende water in het bloed opgenomen.
  - Bacteriën verteren cellulose in de celwanden van plantaardige voedselresten. Hierbij ontstaat glucose dat voor een deel wordt opgenomen in het bloed.
- Endeldarm.
  - Functie: tijdelijk opslaan van onverteerde voedselresten (ontlasting).
  - Anus: kringspier die de endeldarm afsluit.
- Verteringssappen:
  - Speeksel bestaat uit water, slijm en een enzym dat zetmeel verteert.
  - Maagsap bestaat uit water, zoutzuur (doodt bacteriën) en een enzym dat eiwitten verteert.
  - Gal wordt gevormd in de lever en emulgeert vetten.
  - Alvleessap bestaat uit water met verschillende enzymen die eiwitten, koolhydraten en vetten verteren.
  - Darmsap bestaat uit water met verschillende enzymen die onder andere de vertering van eiwitten en koolhydraten afmaken.

DOELSTELLING 11

Je moet bij zoogdieren het verband kunnen aangeven tussen de voedselkeuze, de lengte van het darmkanaal en de kenmerken van het gebit.

- Plantaardig voedsel is moeilijker verteerbaar dan dierlijk voedsel, doordat plantaardig voedsel celwanden van cellulose bevat.
- Planteneters (herbivoren).
  - Het darmkanaal is in verhouding tot de lichaamslengte lang.
  - De kiezen zijn plooikiezen, waarmee plantaardig voedsel kan worden fijngemalen. De plooien lopen loodrecht op de kauwrichting.
  - De hoektanden ontbreken vaak.
- Vleeseters (carnivoren).
  - Het darmkanaal is in verhouding tot de lichaamslengte kort.
  - De kiezen zijn knipkiezen, waarmee dierlijk voedsel in stukken kan worden geknipt. De bovenkaak is breder dan de onderkaak.
  - De hoektanden zijn meestal groot, spits en scherp.
- Alleseters (omnivoren).
  - Het darmkanaal is in verhouding tot de lichaamslengte middellang.
  - De kiezen zijn knobbelkiezen, waarmee het voedsel kan worden gemalen.
  - Omnivoren hebben meestal hoektanden.

EXTRA DOELSTELLING 12

Je moet de invloed van de temperatuur op de werking van enzymen kunnen uitleggen.

- Enzymen werken volgens het sleutel-slotprincipe.
  - Een enzym heeft een bepaalde vorm.
  - De stof waarop een enzym inwerkt, moet precies in die vorm passen.
- De werking van een enzym is onder andere afhankelijk van de temperatuur.
  - Enzymen in je lichaam werken het beste bij 37 °C.
  - Wordt de temperatuur lager of hoger, dan neemt de werking van enzymen af.

EXTRA DOELSTELLING 13

Je moet het verschil tussen voedselallergie en voedselintolerantie aan kunnen geven.

- Het afweersysteem helpt je lichaam zich te beschermen tegen ziekteverwekkers.
  - Wanneer je afweersysteem heftig reageert op een voedingsmiddel ben je allergisch voor dit voedingsmiddel.
- Het lichaam van mensen met een voedselintolerantie reageert ongewoon op voedsel.
  - Bij lactose-intolerantie kan het lichaam lactose niet verteren, waardoor o. a. darmkrampen ontstaan.
  - Bij coeliakie kan het darmslijmvlies beschadigen als gevolg van het eten van gluten.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geleerd hoe je de Body Mass Index kunt aflezen en kunt berekenen.
- Je hebt geleerd wat je op verpakkingen van voedingsmiddelen kunt lezen.
- Je hebt geleerd het onlineprogramma 'Weet wat je eet' te gebruiken.
- Je hebt geleerd hoe je eiwit, glucose en zetmeel aantoont in voedingsmiddelen.
- Je hebt geoefend met het doen van onderzoek.
- Je hebt geleerd hoe je de werking van speeksel kunt aantonen.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geleerd wat de invloed van de temperatuur op de enzymen in speeksel is.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een tandarts. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk, die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

1 Voedingsmiddelen zijn de bruikbare bestanddelen van voedingsstoffen.
2 Zuivelproducten zijn dierlijke voedingsmiddelen.
3 De vleesvervanger van afbeelding 70 wordt gegeten om voldoende koolhydraten binnen te krijgen.

▼ Afb. 70

4 De functie van bouwstoffen is het leveren van energie.
5 Energie wordt in je lichaam onder andere gebruikt voor het op peil houden van je lichaamstemperatuur.
6 Beschermende stoffen worden opgeslagen, vooral onder de huid.
7 De mens gebruikt voedingsvezel voor de vorming van cellen en weefsels.
8 De voedingsmiddelen van afbeelding 71 bevatten veel voedingsvezel.

▼ Afb. 71

DOELSTELLING 2

Op het scoreblad staat een schema met de zes groepen voedingsstoffen. Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom(men).

1 Welke groepen dienen als bouwstoffen in je lichaam?
2 Welke groepen dienen als brandstoffen in je lichaam?
3 Welke groepen dienen als reservestoffen in je lichaam?
4 Welke groepen dienen als beschermende stoffen in je lichaam?
5 Welke groep voedingsstoffen zit het meeste in het product in afbeelding 72?

▼ Afb. 72

6 Welke groep voedingsstoffen kan onder de huid worden opgeslagen?
7 Welke voedingsstof dient voor het vervoeren van stoffen in je lichaam?
8 Tot welke groep behoort de voedingsstof die je aantoont met joodoplossing?
9 Iemand druppelt biureet-reagens op een voedingsmiddel. Het biureet-reagens verkleurt van paars naar lichtblauw.
Welke voedingsstof is in elk geval in het voedingsmiddel aanwezig?

DOELSTELLING 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Druiven bederven snel. Uit druiven kunnen rozijnen worden gemaakt. Rozijnen blijven lange tijd goed. Hoe komt het dat rozijnen langer goed blijven dan druiven?
   A Doordat rozijnen minder suiker bevatten dan druiven.
   B Doordat rozijnen minder water bevatten dan druiven.
   C Doordat rozijnen tijdens het productieproces sterk zijn verhit.

2 Aan aardbeienvla (zie afbeelding 73) wordt vaak rode bietensap toegevoegd. Hierdoor krijgt de vla een fellere kleur.

Is rode bietensap een additief?
En is rode bietensap een conserveermiddel?

	Additief	*Conserveermiddel*
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

▼ **Afb. 73**

3 Voedsel kan worden geconserveerd door het toevoegen van natuurlijke conserveermiddelen.
Wat is toegevoegd aan het voedingsmiddel dat in afbeelding 74 is afgebeeld? Meerdere antwoorden zijn juist.

A Suiker.
B Sulfiet.
C Zout.
D Zuur.

▼ **Afb. 74**

4 In afbeelding 75 zie je drie voedingsmiddelen: verse melk (gepasteuriseerd), koffiemelkpoeder en koffiemelk (gesteriliseerd).
Welk(e) van deze voedingsmiddelen moet(en) in de supermarkt in het koelvak staan?

A Alle drie de voedingsmiddelen.
B Alleen de koffiemelk en het melkpoeder.
C Alleen de verse melk en de koffiemelk.
D Alleen de verse melk.

▼ **Afb. 75**

5 Wanneer een krop sla in een gasverpakking komt, wordt er onder andere zuurstof aan het gasmengsel toegevoegd.
Waarom wordt er zuurstof aan het gasmengsel toegevoegd?

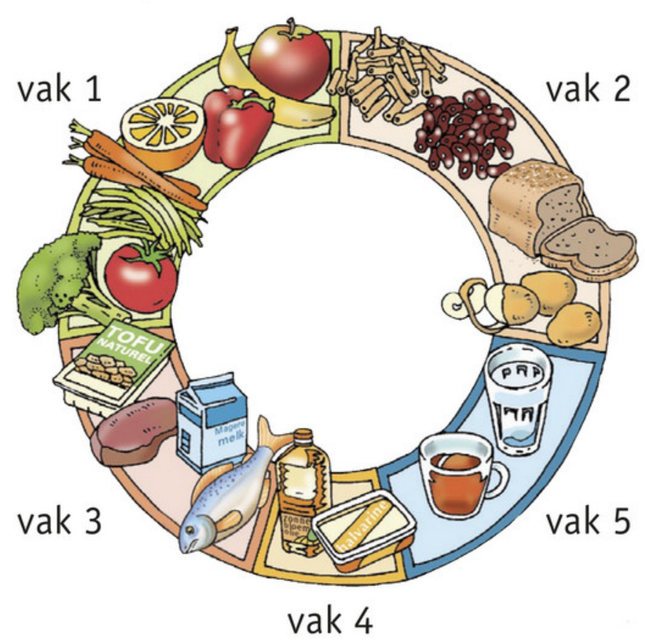
A Omdat in de cellen van de krop sla fotosynthese plaatsvindt.
B Omdat in de cellen van de krop sla verbranding plaatsvindt.
C Omdat ziekteverwekkers zuurstof nodig hebben om zich voort te planten.
D Omdat zuurstof lastig te scheiden is van de andere gassen.

DOELSTELLING 4

Beantwoord de volgende vragen.

1 In afbeelding 76 is de schijf van vijf met enkele voedingsmiddelen schematisch getekend. Het Voedingscentrum adviseert iedere dag uit elk vak van de schijf van vijf iets te eten of te drinken.
Om welke reden adviseert het Voedingscentrum dit?

▼ **Afb. 76**



2 Voedingsstoffen uit de vakken 1 en 2 moeten de basis vormen van je voeding.
Om welke twee redenen is dit belangrijk?

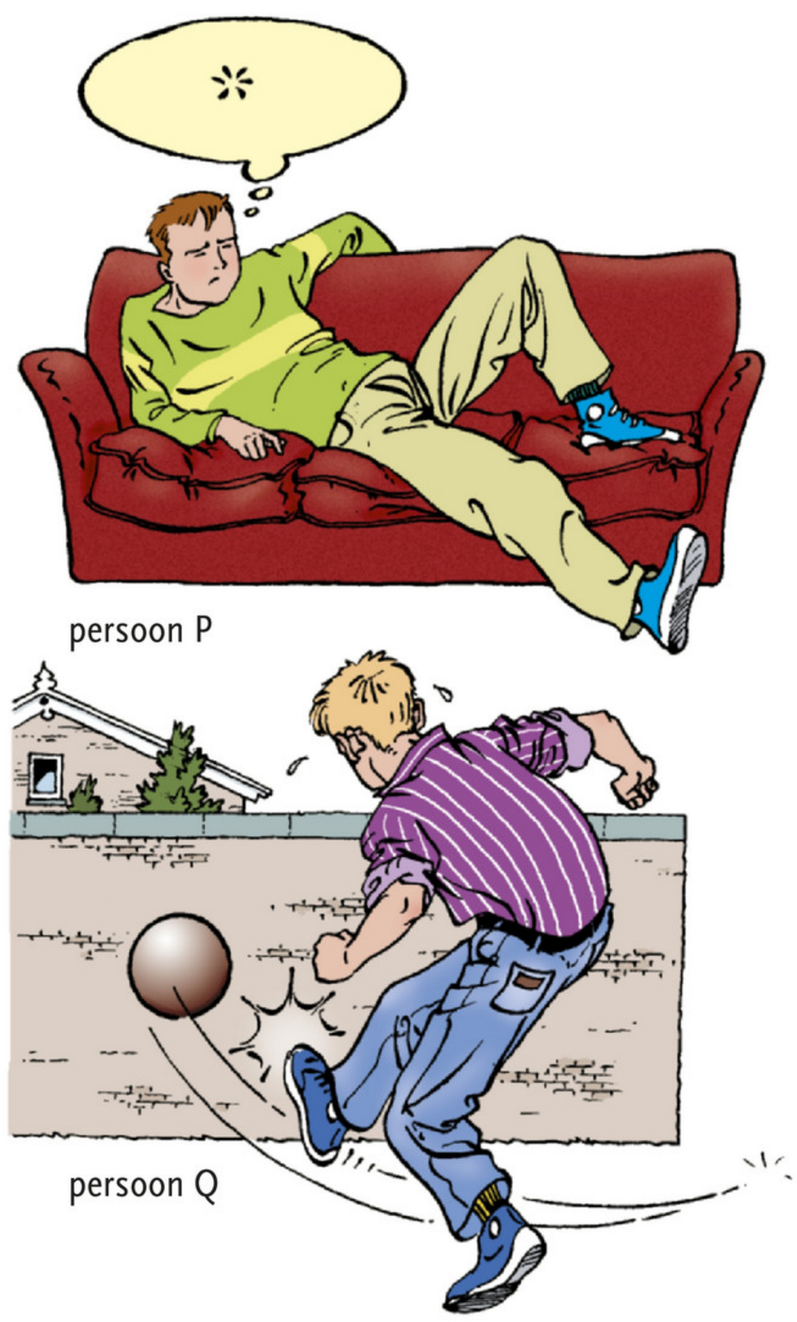
3 Tot welk vak van de schijf van vijf behoort het voedingsmiddel van afbeelding 77?

▼ **Afb. 77**

4 Een sprinter eet veel eiwitten om sterke spieren op te bouwen. Eiwitten kunnen niet worden opgeslagen als reservestof.
Welk voordeel heeft het eten van veel eiwitten hierdoor?

5 In afbeelding 78 zie je twee personen getekend die een bepaalde activiteit verrichten.
Welke persoon verbruikt de meeste energie? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 78**



In een folder raadt het Voedingscentrum volwassen mannen en vrouwen aan om dagelijks bepaalde hoeveelheden van bepaalde voedingsmiddelen te eten (zie tabel 4).

▼ **Tabel 4**

Product	Man	Vrouw
Kaas	30 g	30 g
Andere melkproducten	300 g	300 g
Vlees/kip/vis/sojaproducten (vleesvervangers)/vleeswaar	125 g	100 g
Margarine/boter/vet/olie	50 g	35 g
Brood	235 g	175 g
Aardappelen/rijst/deegwaren/peulvruchten	250 g	200 g
Groente	200 g	200 g
Fruit	200 g	200 g

Twee leerlingen doen over deze aanbevelingen een uitspraak.

6 Cielle zegt dat vrouwen wordt aangeraden een grotere hoeveelheid energierijke voedingsmiddelen te eten dan mannen.
Is deze uitspraak juist? Leg je antwoord uit.

7 In afbeelding 79 zie je twee producten waarin je patat kunt bakken. Tijn zegt dat het gezonder is om in product 1 patat te bakken dan in product 2.
Is deze uitspraak juist? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 79**

product 1 product 2

8 Een leerling krijgt de opdracht te berekenen hoeveel koolhydraten een vrouw volgens de aanbevelingen per dag moet eten. Hij bekijkt tabel 4 met de aanbevolen hoeveelheden en maakt de volgende berekening: 175 g (brood) + 200 g (aardappelen/rijst/deegwaren/peulvruchten) = 375 g.
Zijn docent zegt dat de berekening niet goed is. ‘Voor de opdracht heb je niet genoeg aan gegevens uit de tabel.’ Welk gegeven heeft de leerling ook nodig om wel de goede berekening te kunnen maken?

▼ **Tabel 5** De samenstelling van enkele voedingsmiddelen. De gegevens zijn vermeld voor 100 g eetbaar gedeelte van het voedingsmiddel.

	Water (g)	Eiwitten (g)	Vetten (g)	Koolhydraten (g)	Mineralen (mg)	Vitamine B (mg)	Vitamine C (mg)
Aardappelen (gekookt)	76	2	0	17	460	0,34	wisselend
Patat (kant-en-klaar gekocht)	37	5	15	38	930	0,43	3
Biefstuk (gebakken)	70	27	3	0	353	0,50	0
Sla	96	2	0	1	385	0,20	10

In tabel 5 is de samenstelling van enkele voedingsmiddelen vermeld.

9 Een diëtist zegt tegen iemand die wil afvallen dat 100 g patat meer energie levert dan 100 g gekookte aardappelen.
Leg uit waarom deze diëtist gelijk heeft. Geef daarvoor drie argumenten en gebruik de gegevens uit de tabel.

10 Een maaltijd bestaat uit 100 g gebakken biefstuk, 50 g sla en 200 g patat.
Hoeveel gram eiwitten bevat deze maaltijd in totaal? Geef bij je antwoord een berekening.

DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende vragen.

1 Kan te weinig lichaamsbeweging de oorzaak zijn van overgewicht? Leg je antwoord uit.
2 Wanneer in Nederland een zware hagelbui overtrekt, kunnen de boeren schade aan gewassen nauwelijks voorkomen en kan een oogst mislukken.
Waarom is het voor mensen in Nederland minder erg als een oogst mislukt dan wanneer bij mensen in een ontwikkelingsland een oogst mislukt?
3 Een bepaald eetpatroon brengt een hogere kans op hart- en vaatziekten met zich mee.
Welke voedingsstoffen zijn hiervoor met name verantwoordelijk?
4 Jan is 2 m lang en weegt 100 kg.
Wat is zijn BMI?
5 Bij welke BMI-waarden kun je spreken van een gezond gewicht?
6 Wat is de makkelijkste manier om af te vallen?

DOELSTELLING 6

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

1 Sommige mensen zijn vegetariër omdat ze zich zorgen maken over het milieu.
2 Andere mensen zijn vegetariër omdat ze het erg vinden dat er zoveel honger is op de wereld.
3 Een vegetariër heeft een grote kans een gebrek aan vitamine C te krijgen.
4 Ons lichaam kan ijzer beter opnemen uit plantaardig dan uit dierlijk voedsel.
5 Een ei is een goede vleesvervanger.

DOELSTELLING 7

Kruis in de tabel in je werkboek aan of de stelling van toepassing is op anorexia nervosa, boulimia nervosa of binge eating disorder.

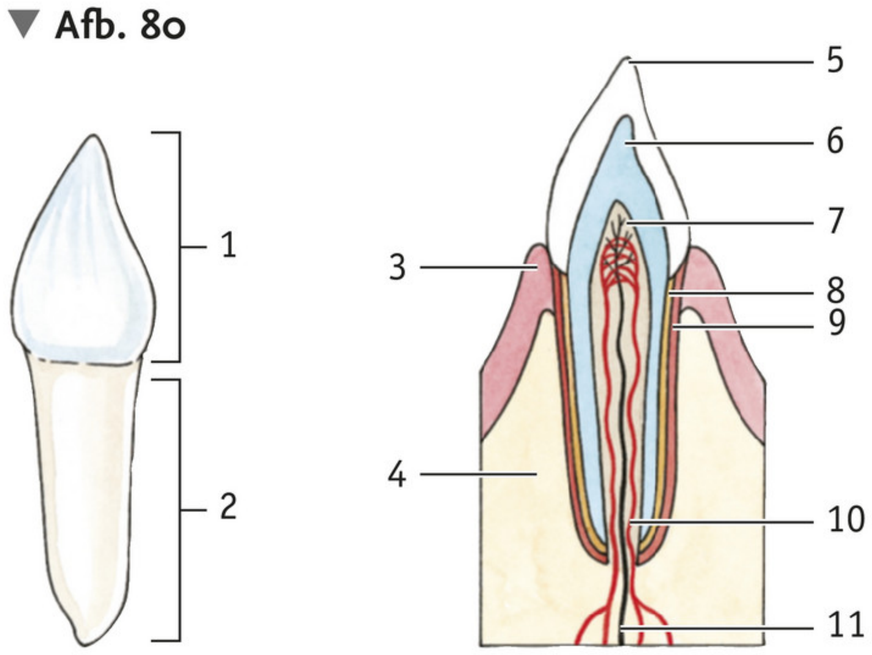
1 Zinna eet geen ontbijt en geen middageten omdat ze bang is dat ze te dik wordt.
2 Sharissa zit niet lekker in haar vel en heeft 's avonds vaak vreetbuien. Ze is de laatste maanden veel zwaarder geworden.
3 Kees gaat standaard na het eten naar het toilet om zijn maaltijd snel kwijt te raken door te braken.
4 Peter weet dat zijn vriendin veel te zwaar is en vreetbuien heeft. Hij wil met haar naar de huisarts voor advies.
5 Babs gebruikt laxeermiddelen om maar zoveel mogelijk binnengekregen voedingsstoffen kwijt te raken.

DOELSTELLING 8

In afbeelding 80 zijn een buitenaanzicht en een lengtedoorsnede van een tand schematisch getekend.
Beantwoord de volgende vragen met behulp van afbeelding 80.

1 Hoe heet deel 1?
2 Met welk nummer is tandbeen aangegeven?
3 Met welk nummer is een zenuw aangegeven?
4 Met welk nummer is het deel aangegeven dat de tand in de kaak bevestigt?
5 Met welk nummer is het hardste deel van de tand aangegeven?
6 Wanneer een stuk van je kies afbreekt, kan het drinken van een koud glas cola enorm pijn doen.
Leg uit hoe die pijn wordt veroorzaakt.

▼ **Afb. 80**



1 buitenaanzicht 2 lengtedoorsnede

7 Hoeveel kiezen zitten er bij een volledig blijvend gebit in de linkerhelft van de onderkaak?

8 Een vleermuizensoort heeft de volgende tandformule:

5 . 1 . 2	2 . 1 . 5
5 . 1 . 3	3 . 1 . 5

Hoeveel snijtanden, hoektanden en kiezen heeft een vleermuis van deze soort?

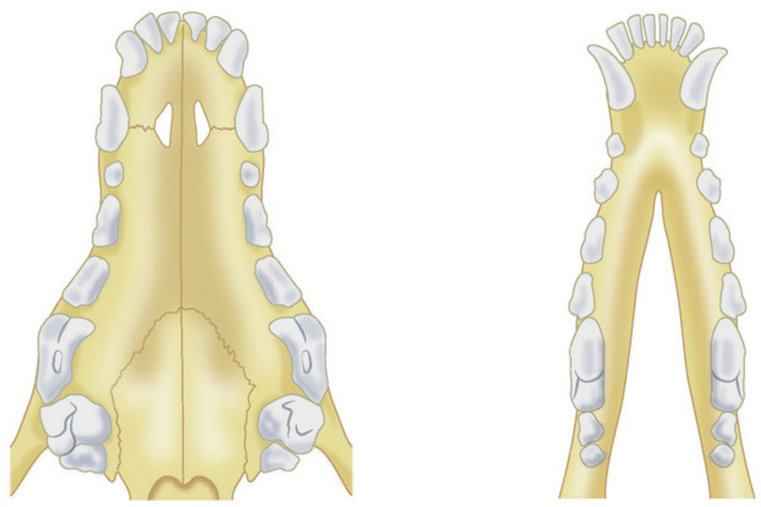
In afbeelding 81 zie je een foto van een deel van het gebit van een hond. In afbeelding 82 zie je schematische tekeningen van de onderkaak en de bovenkaak van een hond. De vragen 9 en 10 gaan over deze afbeeldingen.

9 Welke gebitselementen zijn zichtbaar op de foto in afbeelding 81?

10 Maak de tandformule van een hond.

▼ **Afb. 81**

▼ **Afb. 82**



bovenkaak onderkaak

DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende vragen.

1 Een tandarts kan zien wanneer iemand veel braakt. Waaraan kan de tandarts dit zien? Leg je antwoord uit.

2 Welk deel van een tand of kies beschermt je tanden tegen tandbederf?

3 Wat kunnen de gevolgen zijn van een wortelvliesontsteking?

4 Welk onderdeel van tandplak gebruiken bacteriën om zich mee te voeden?

5 Cariës wordt mede door bacteriën veroorzaakt. Op welke manier doen de bacteriën dat?

6 Bacteriën in tandplak kunnen er ook de oorzaak van zijn dat tanden losraken. Op welke manier doen de bacteriën dat?

7 Waarom is het vervelend wanneer je tandplak te lang laat zitten?

8 Wanneer je gebit scheef staat, kan het worden gecorrigeerd. Hoe noemen we de vorm van gebitscorrectie die je ziet in afbeelding 83?

▼ **Afb. 83**

DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende vragen.

1 In welke delen van het verteringsstelsel komt darmperistaltiek voor?

2 Welke functies heeft de darmperistaltiek?

3 Twee leerlingen doen een uitspraak over vertering. Kyrlian zegt dat bij vertering sommige voedingsstoffen worden omgezet in andere stoffen zodat ze via de darmwand in het bloed kunnen worden opgenomen. Rowena zegt dat mineralen eerst door enzymen moeten worden omgezet voor ze via de darmwand in het bloed kunnen worden opgenomen. Heeft Kyrlian gelijk? En Rowena?

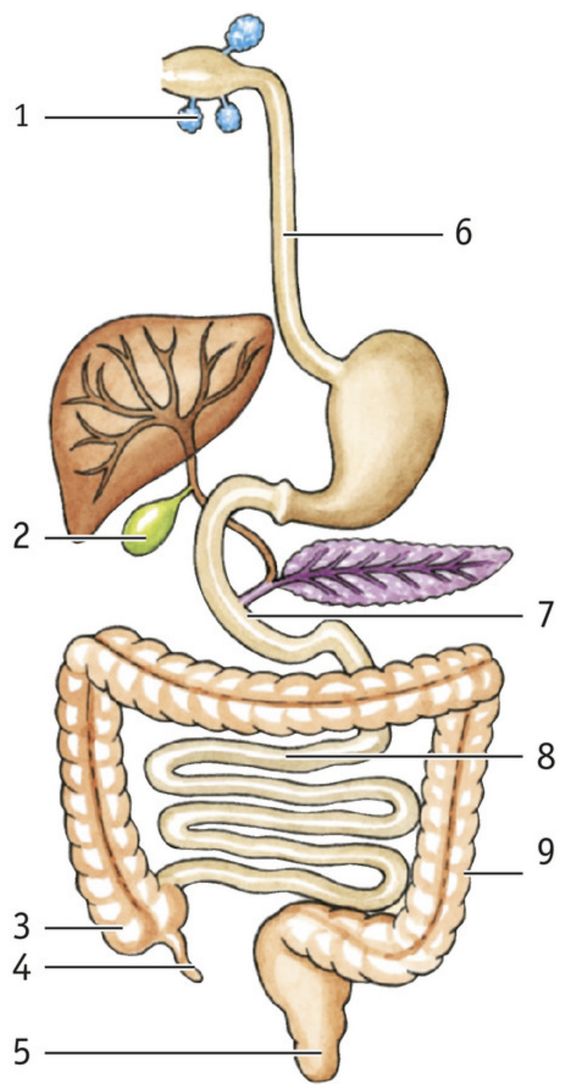
4 Welk koolhydraat kan in ons darmkanaal direct in het bloed worden opgenomen zonder eerst te worden verteerd?

5 Vlees dat wij eten bestaat voor een groot deel uit eiwitten.
Kunnen dit plantaardige eiwitten zijn? Leg je antwoord uit.

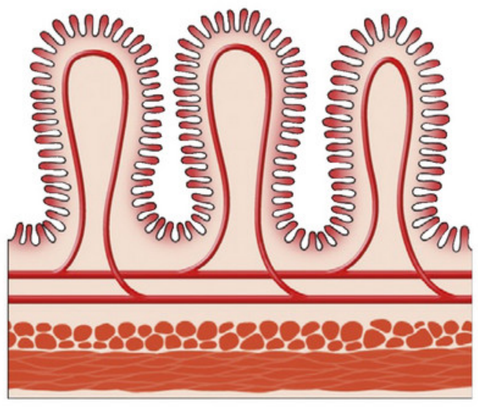
6 Esmeralda zegt dat door te kauwen het voedsel beter is in te slikken.
Gebeurt er nog meer in de mondholte, waardoor voedsel gemakkelijker is in te slikken?

7 Van een bepaald deel van het darmkanaal van de mens is het volgende bekend:
1 het deel kan worden afgesloten door een kringspier;
2 er wordt een verteringssap geproduceerd;
3 het voedsel wordt er tijdelijk opgeslagen.
Welk deel van het darmkanaal wordt bedoeld?

▼ **Afb. 84**



▼ **Afb. 85**



8 In afbeelding 84 is het verteringsstelsel schematisch getekend. Tijdens een maaltijd bevatten de delen 1 en 2 een verteringssap.
Komt in het sap bij 1 een enzym voor? En in het sap bij 2?

9 Met welk nummer is het deel aangegeven dat is ontstoken bij 'blindedarmontsteking'?

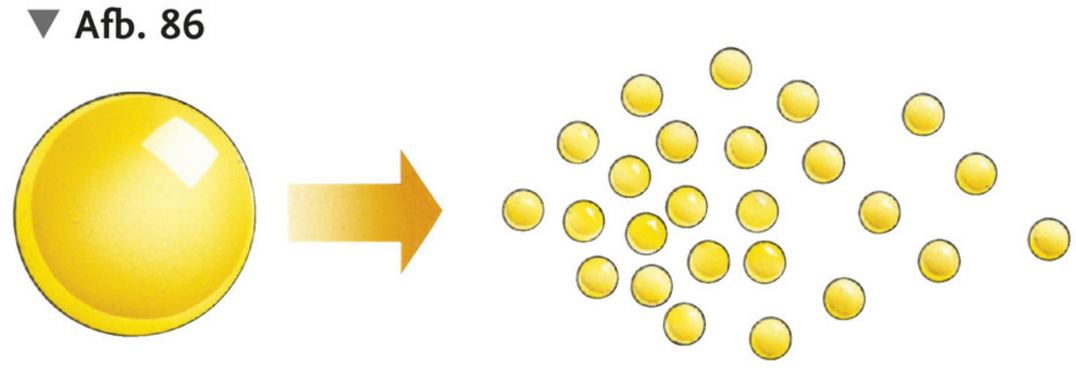
10 In afbeelding 85 is een stukje van de wand van het darmkanaal schematisch getekend.
Van welk deel van het darmkanaal (zie afbeelding 84) is dit een stukje wand?

11 Bij een koe hebben de delen van het verteringskanaal dezelfde namen als bij de mens. Alleen de maag bestaat uit meerdere delen. Bij een koe kunnen gassen het darmkanaal verlaten door middel van boeren en winden. Twee delen van het verteringsstelsel van een koe zijn de slokdarm en de endeldarm.
Welke van deze delen passeren boeren voor ze het lichaam van een koe verlaten? En welke van deze delen passeren winden voor ze het lichaam van een koe verlaten?

12 Nederlanders eten vooral 's winters veel koolsoorten, zoals bloemkool, boerenkool, Chinese kool, rodekool en witte kool. Voor een deel van de kool begint de vertering door enzymen pas in dikke darm.
Hoe noem je de groep plantaardige stoffen waarvan de vertering pas in de dikke darm begint?

13 In afbeelding 86 is de functie van een bepaald verteringssap weergegeven.
Welk verteringssap heeft deze functie?

▼ **Afb. 86**



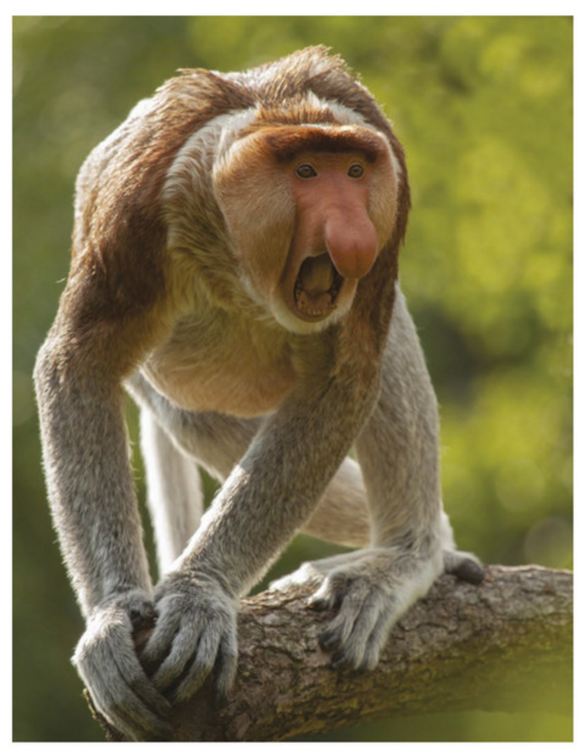
14 Zonder het toevoegen van verteringssappen zou het verteren van voedsel niet mogelijk zijn.
Welke stoffen in verteringssappen zijn hiervoor verantwoordelijk?

DOELSTELLING 11

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Een neusaap (zie afbeelding 87) leeft in tropische bossen en eet daar bladeren, bloemen en vruchten.
Behoort de neusaap tot de carnivoren, herbivoren of omnivoren?
A Tot de carnivoren.
B Tot de herbivoren.
C Tot de omnivoren.

▼ **Afb. 87** Neusaap.



2 Een steenmarter (zie afbeelding 88) heeft scherpe, puntige kiezen en een kort darmkanaal in verhouding tot zijn lichaamslengte. Ook heeft een steenmarter scherpe nagels.

▼ **Afb. 88** Een steenmarter.

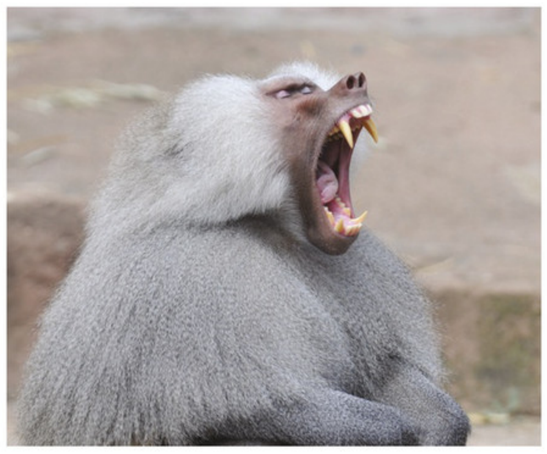
Zijn de puntige kiezen een aanwijzing dat steenmarters vleeseters zijn?
En is het korte darmkanaal ook zo'n aanwijzing?

A Geen van beide zijn een aanwijzing dat steenmarters vleeseters zijn.
B Alleen de scherpe, puntige kiezen.
C Alleen het korte darmkanaal.
D Zowel de scherpe puntige kiezen als het korte darmkanaal.

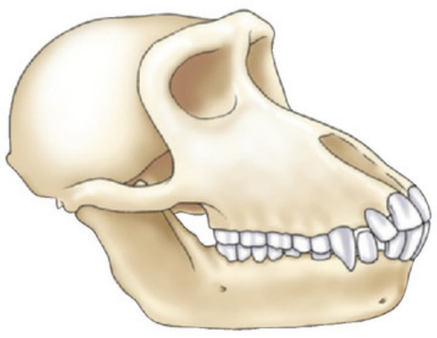
3 In afbeelding 89 zie je een mantelbaviaan en de schedel van dit dier.
Is een mantelbaviaan een alleseter, een planteneter of een vleeseter?

A Dat is niet te zeggen met behulp van deze gegevens.
B Een alleseter.
C Een planteneter.
D Een vleeseter.

▼ **Afb. 89**



1 mantelbaviaan



2 schedel

De volgende gegevens behoren bij de vragen 4 en 5.
Mammoeten zijn uitgestorven olifantachtige dieren. In afbeelding 90 zijn een schedel en het bovenaanzicht van een kies van een mammoet getekend. Uit mammoetkiezen die zijn gevonden, kan men het type voedsel van deze uitgestorven dieren afleiden. In het ijs van Siberië zijn hele ingevroren mammoeten gevonden. Men kon van ingevroren mammoeten de maaginhoud onderzoeken.

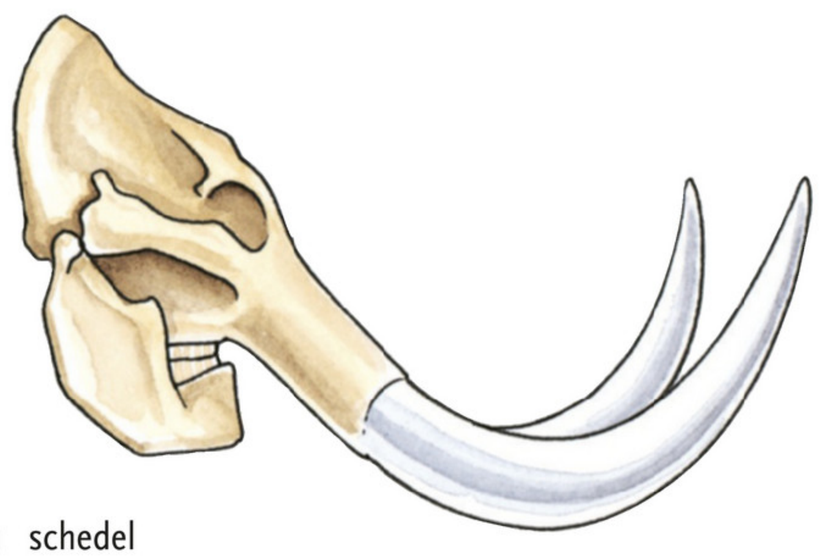
4 Wat voor kiezen hadden mammoeten?
En hoe bewogen zij hun kaak tijdens het kauwen?

	Soort kiezen	*Beweging*
A	knipkiezen	van boven naar beneden
B	knipkiezen	van links naar rechts
C	plooikiezen	van links naar rechts
D	plooikiezen	van voren naar achteren

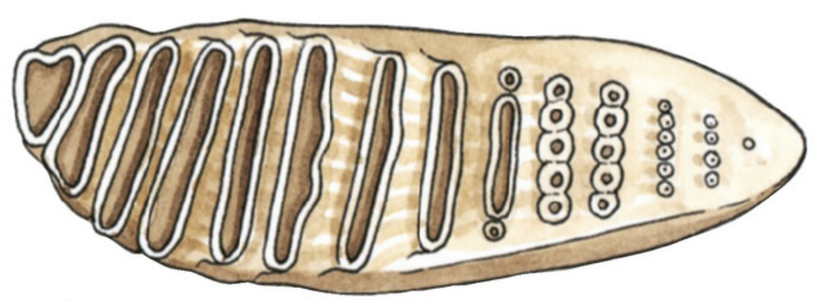
5 Van welke voedingsmiddelen zullen resten zijn gevonden in de maag van de ingevroren mammoeten?

A Alleen resten van aasdieren, de mammoet was immers een aaseter.
B Alleen resten van planten.
C Alleen resten van kleine knaagdieren.
D Zowel resten van aasdieren als resten van planten.

▼ **Afb. 90**



1 schedel



2 kies

EXTRA DOELSTELLING 12

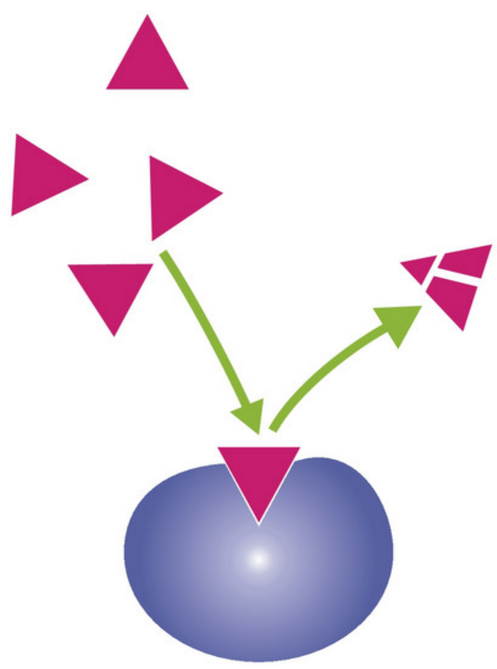
Beantwoord de volgende vragen.

1 Een enzym is zeer specifiek werkzaam. Leg uit wat hiermee wordt bedoeld.
2 Hoe noemen we het principe wat in afbeelding 91 zichtbaar is?

Een salamander is een koudbloedig dier. Een salamander houdt een winterslaap. Tijdens zijn winterslaap koelt het lichaam af.

3 Welk invloed zal het afkoelen van het lichaam hebben op de werking van de enzymen en dus op het eetgedrag van de salamander?

▼ Afb. 91



De werking van een enzym is niet alleen afhankelijk van de temperatuur maar ook van hoe zuur het is.
Het enzym in maagsap heet pepsine. Een leerling wil aantonen dat pepsine eiwit verteert en bedenkt hiervoor een experiment. Een deel van dit experiment is weergegeven in het schema van afbeelding 92.

4 In welke reageerbuis (reageerbuizen) verwacht je dat de kleur met biureet-reagens paars is? Leg je antwoord uit.

EXTRA DOELSTELLING 13

Beantwoord de volgende vragen.

1 Pierre is allergisch voor bepaalde fruitsoorten. Hij neemt een hap van een appeltaart.
Wat kunnen de gevolgen zijn als Pierre allergisch is voor appels?

2 Veel mensen krijgen op latere leeftijd last van een lactose-intolerantie.
Wanneer je naar dieren kijkt, is het niet gek dat je op latere leeftijd geen zuivelproducten meer zou eten. Leg uit waarom.

3 Mandy neemt altijd haar eigen glutenvrije brood mee wanneer ze bij anderen gaat lunchen. Als ze gewoon brood eet, raken haar darmen enorm van slag.
Waar zal Mandy last van hebben?

4 Wanneer je in erge mate last hebt van een pindaallergie kan het handig zijn de epi-pen bij je te dragen. Deze bevat het hormoon adrenaline. Leg uit waarom sporters beter presteren wanneer ze meer adrenaline in hun lichaam hebben.

5 Waarom kan het goed zijn dat de omgeving van iemand met een voedselallergie weet dat deze persoon een voedselallergie heeft?

▼ Afb. 92

ONDERZOEK	DE WERKING VAN PEPSINE
Probleemstelling	Kan pepsine eiwit verteren?
Benodigdheden	– 3 reageerbuizen en een reageerbuisrek – eiwitoplossing – pepsineoplossing – zoutzuur (verdund) – water – waterbad van 37 °C – watervaste viltstift
Experiment	– Nummer de reageerbuizen 1, 2 en 3. – Vul de beide reageerbuizen volgens het schema.

Reageerbuis	Eiwitoplossing	Pepsine-oplossing	Zoutzuur (verdund)	Water
1	5 mL	1 mL	1 mL	–
2	5 mL	1 mL	–	1 mL
3	5 mL	–	–	2 mL

– Zet de reageerbuizen weg in een waterbad van 37 °C.
– Doe na 30 minuten in iedere reageerbuis tien druppels biureet-reagens.

De verrijkingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingsstof uit drie onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Productinformatie

In deze verrijkingsstof leer je welke informatie op de verpakking van voedingsmiddelen moet staan. Je moet thuis twee etiketten opzoeken en vragen over deze etiketten beantwoorden.

▼ **Afb. 93** Productinformatie.

1 augurken

2 tomatenketchup

▼ **Afb. 94** De voedingswaarde als onderdeel van de productinformatie.

Voedingswaarde	Per 100 ml	Per kom 250 ml	% GDA (250 ml)
Energie	230 kJ (55 kcal)	580 kJ (140 kcal)	7%
Eiwitten	2 g	5 g	
Koolhydraten	8,5 g	21 g	
waarvan suikers	5,5 g	14 g	16%
Vet	1,5 g	4 g	6%
waarvan verzadigd vet	0,4 g	1 g	5%
Voedingsvezel	1 g	2,5 g	
Natrium	0,35 g	0,89 g	37%

Op de verpakking van een voedingsmiddel staat informatie over de inhoud (zie afbeelding 93). Dat noemen we **productinformatie**. De fabrikant is wettelijk verplicht de naam van het product, de naam van de fabrikant, de netto-inhoud, de houdbaarheidsdatum en de ingrediëntenlijst op de verpakking te vermelden. Op de verpakking moet ook een bepaald nummer staan: de **productiecode** of **partijcode**. Hieraan kan men precies zien waar en wanneer een product is gemaakt. Bij voedselbesmetting kan men nagaan welke verpakkingen waarschijnlijk ook zijn besmet.
Vaak zie je achter de inhoud een grote ‘e’ staan. Die ‘e’ is de eerste letter van het Engelse woord **estimate** (naar schatting). De inhoud mag niet te veel afwijken van de opgegeven inhoud.
Op verpakte voedingsmiddelen moet staan ‘Ten minste houdbaar tot ... (met de datum)’. Dat is de **houdbaarheidsdatum**. Tot en met die datum garandeert de fabrikant de kwaliteit van het product, mits het op de juiste manier in een gesloten verpakking is bewaard. Melk, melkproducten, vlees en andere producten die snel bederven, mogen beslist niet langer worden bewaard dan de houdbaarheidsdatum aangeeft. In het **bewaarvoorschrift** staat hoe je het product moet bewaren.
De **ingrediënten** zijn de grondstoffen waaruit het product is samengesteld. Ze zijn in volgorde van afnemende hoeveelheid op de verpakking aangegeven. In de ingrediëntenlijst staan ook de additieven of hulpstoffen. Additieven die geen gevaar opleveren voor de gezondheid hebben een **E-nummer** gekregen (zie afbeelding 93.1). Deze stoffen zijn in alle landen van Europa toegestaan. Sommige mensen zijn overgevoelig (allergisch) voor bepaalde additieven. Aan de hand van de E-nummers kunnen ze zien of ze een bepaald voedingsmiddel kunnen verdragen. Additieven die alleen een nummer hebben (zonder E), zijn slechts in enkele landen van Europa toegestaan.
Steeds vaker vermelden fabrikanten ook de **voedingswaarde** van de producten (zie afbeelding 94). Op de verpakking is dan aangegeven hoeveel energie, vetten, eiwitten en koolhydraten het product bevat, meestal per 100 g of 100 mL. Soms zijn ook mineralen en vitaminen vermeld. De hoeveelheid energie is meestal vermeld in kilojoule en in kilocalorie.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 86

2 Vetten in je voeding

Regelmatig kun je lezen dat veel mensen te dik zijn en dat dik zijn slecht is voor je gezondheid. In de basisstof heb je geleerd dat je dagelijks wel vet moet binnenkrijgen, maar in kleine hoeveelheden. Ook kun je beter producten met plantaardige vetten eten dan producten met dierlijke vetten. In deze verrijkingsstof leer je meer over vetten en voeding.

VETTAX

In 2011 adviseerde de Raad voor de Volksgezondheid om een belasting op vet in te voeren, de 'vettax'. De vettax geldt alleen voor verzadigde vetten en niet voor onverzadigde vetten. In Denemarken is al een vettax ingevoerd. Voor producten die meer dan 2,3% verzadigd vet bevatten moet per kilogram verzadigd vet € 2,15 extra belasting worden betaald. Met deze belasting hoopt de regering in Denemarken te voorkomen dat steeds meer Denen zwaarlijvig worden. Veel onderzoekers vermoeden dat een vettax niet echt zal helpen. Het klopt wel dat mensen met lagere inkomens vaak producten kopen met veel verzadigd vet. Maar de onderzoekers denken dat hun kooppatroon meer afhangt van de smaak dan van de prijs.

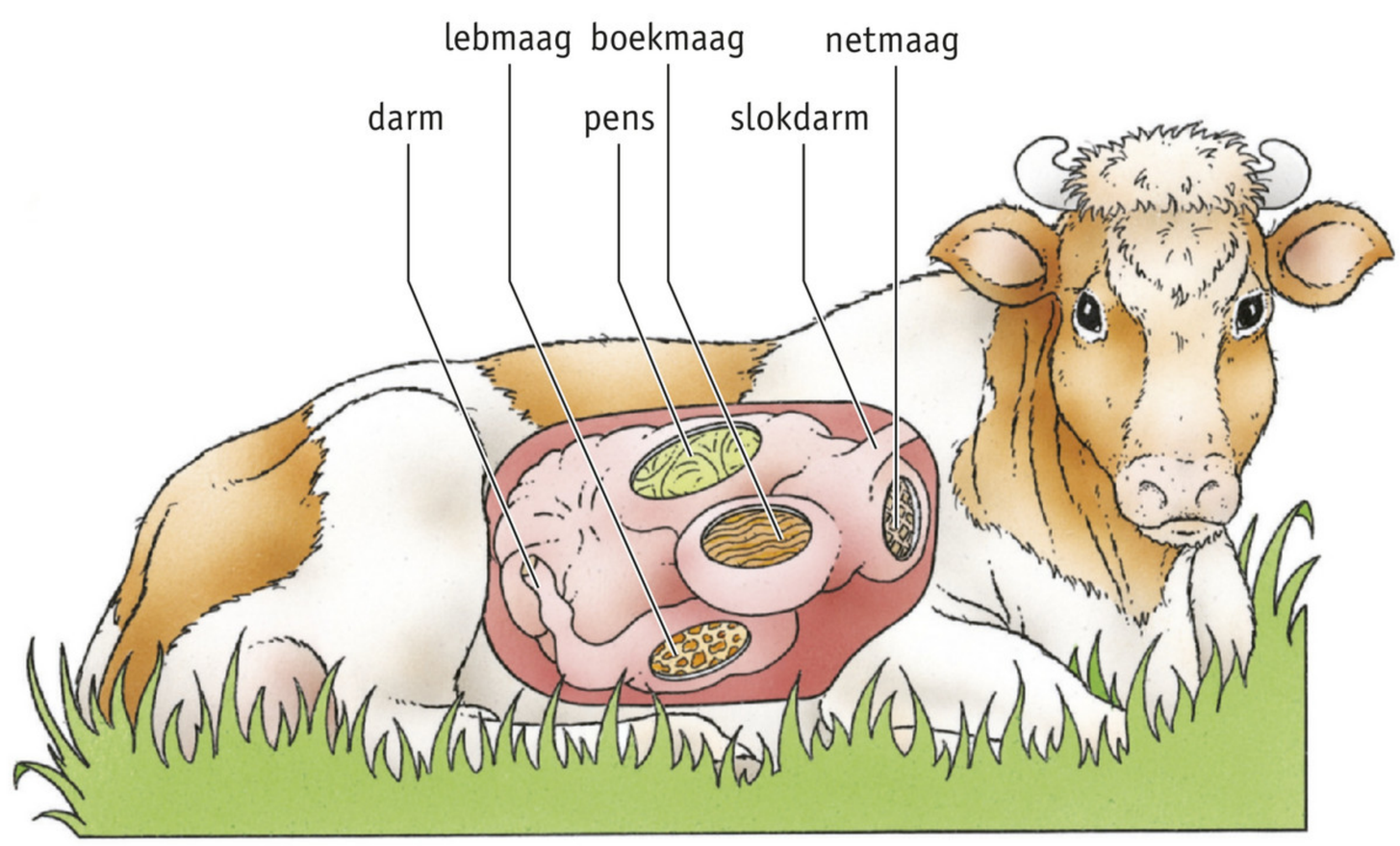
WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 87

▶ Afb. 95

3 Het verteringsstelsel van een koe

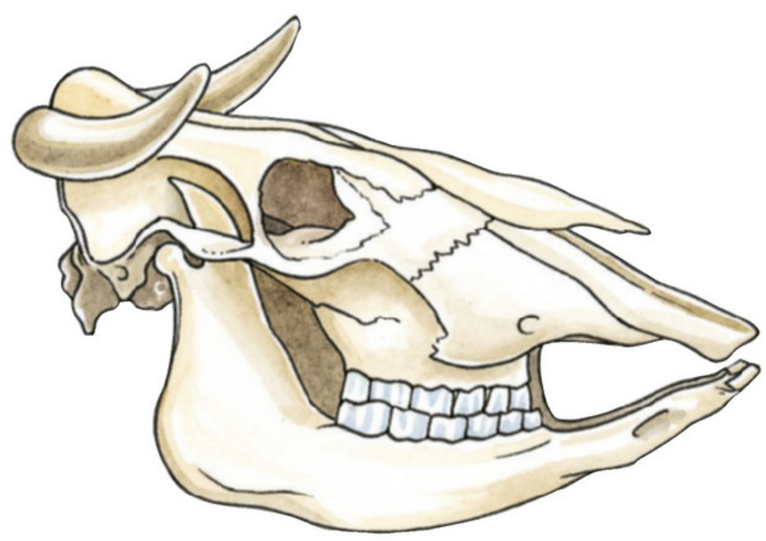
Koeien eten alleen plantaardig voedsel, voornamelijk gras. Je hebt geleerd dat plantaardig voedsel moeilijk te verteren is. In deze verrijkingsstof leer je hoe het verteringsstelsel van een koe is aangepast, zodat het voedsel toch goed kan worden verteerd. Je gaat een tekening kleuren en vragen beantwoorden.

Plantaardig voedsel is moeilijker verteerbaar dan dierlijk voedsel, doordat plantaardig voedsel celwanden van cellulose bevat. Planteneters hebben dan ook een lang darmkanaal. Het darmkanaal van een koe is wel 40 m lang. De koe is een herkauwer. Dat wil zeggen dat een koe het voedsel enkele keren kauwt. De maag van een koe bestaat uit vier afdelingen: de pens, de netmaag, de boekmaag en de lebmaag (zie afbeelding 96).



▶ **Afb. 96** Het verteringsstelsel van een koe (schematisch).

▼ **Afb. 97** Een koe grijpt het gras met de tong.



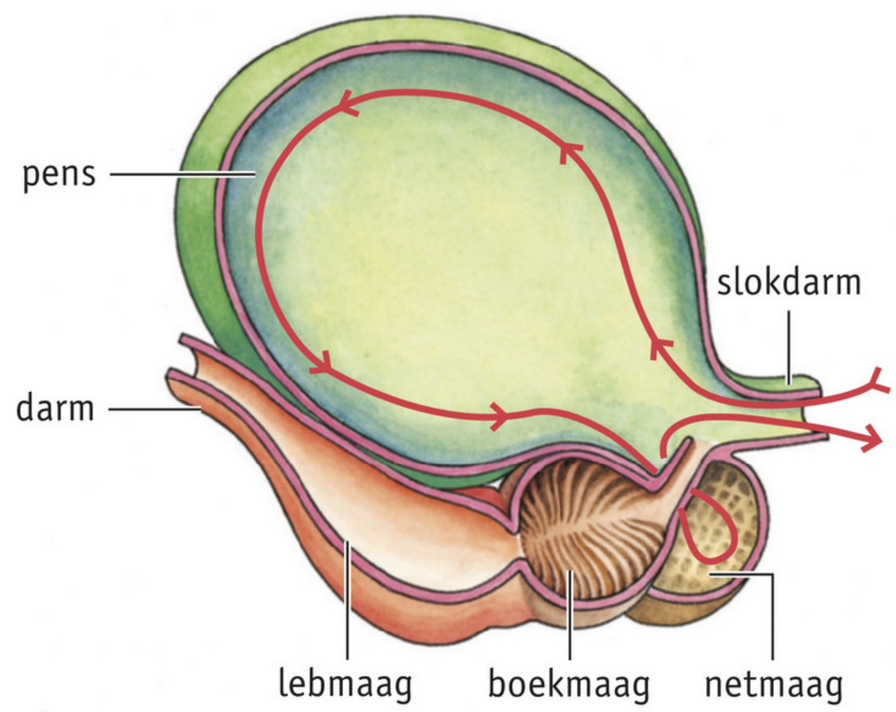
▼ **Afb. 98** De schedel van een koe.

Een koe grijpt gras met de lange, ruwe tong (zie afbeelding 97). Het gras wordt geklemd tussen de bovenkaak en de snijtanden in de onderkaak en vervolgens afgescheurd. In de bovenkaak zitten geen snijtanden (zie afbeelding 98). Het gras wordt een beetje gekauwd en ingeslikt. Via de slokdarm komt het voedsel terecht in de grootste maagafdeling, de pens. In de pens bevinden zich heel veel bacteriën. Deze bacteriën zorgen ervoor dat de celwanden worden aangetast.

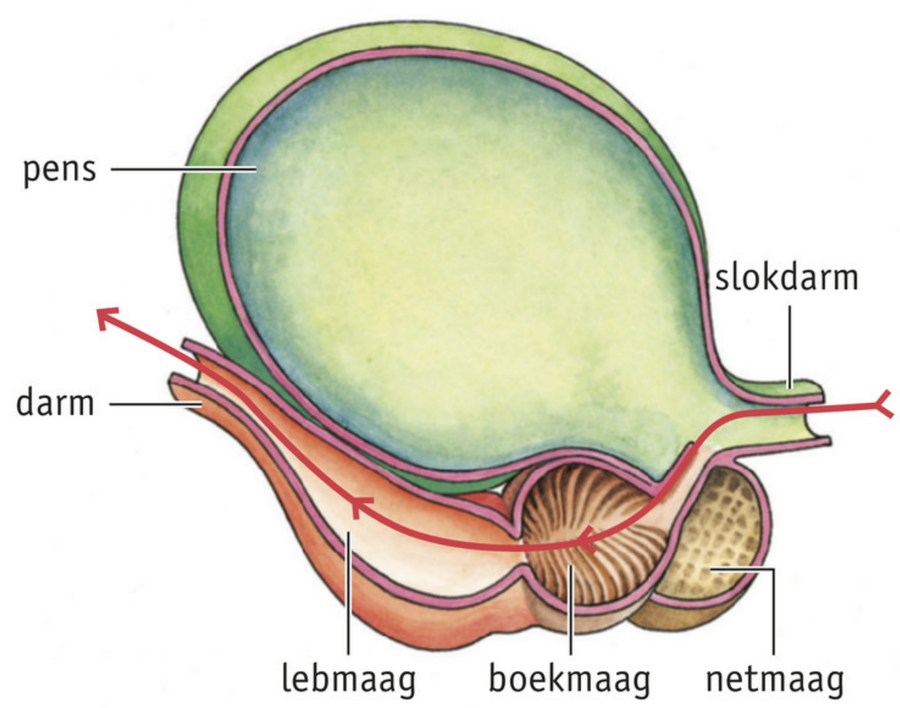
Na het grazen begint het herkauwen. Het voedsel gaat van de pens naar de netmaag (zie afbeelding 99.1). De netmaag kneedt de voedselbrij tot kleine balletjes. Via de slokdarm komt dit deel van het voedsel terug in de bek. In de bek wordt de voedselbrij grondig gekauwd en weer ingeslikt. De herkauwde voedselbrij komt terecht in de pens en wordt vermengd met de daarin aanwezige voedselbrij. Dit proces van herkauwen herhaalt zich een aantal keren.

Voedsel dat voldoende is fijngemalen, gaat vanuit de bek via de slokdarm naar de boekmaag (zie afbeelding 99.2). In de boekmaag worden de verteringsproducten die al zijn vrijgekomen, opgenomen in het bloed. Ook wordt ongeveer de helft van het water uit de voedselbrij opgenomen in het bloed. De ingedikte voedselbrij gaat naar de lebmaag. De lebmaag is te vergelijken met de maag van de mens. Maagsapklieren in de wand van de lebmaag scheiden maagsap af. Dit bevat enzymen waardoor het voedsel verder wordt verteerd. De vertering wordt afgemaakt in de rest van het darmkanaal. De verteringsproducten worden opgenomen in het bloed.

▼ **Afb. 99** De weg van het voedsel door de maag van een koe (schematisch).



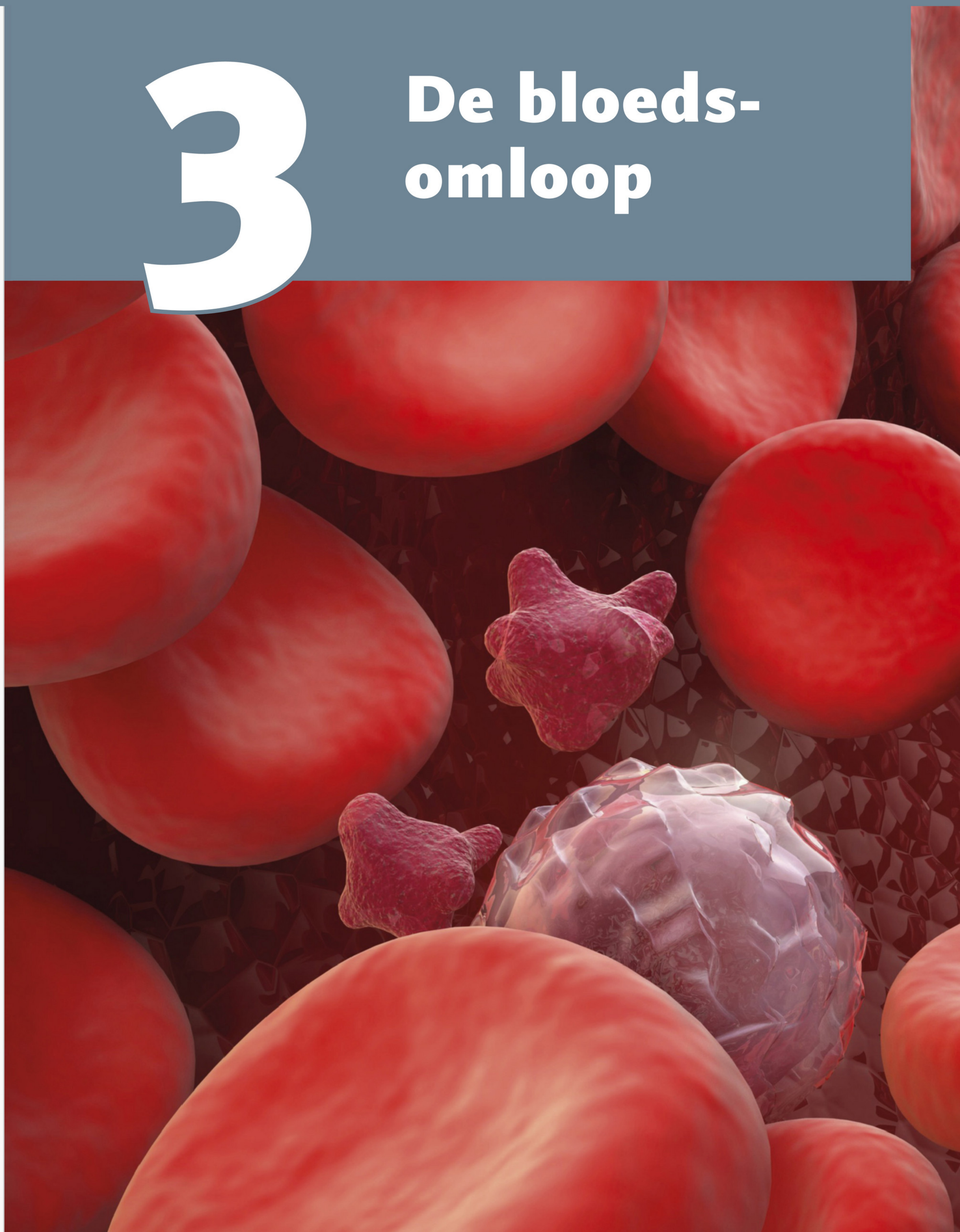
1 tot en met het herkauwen



2 na het herkauwen

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 89

3 De bloeds-omloop



BASISSTOF

1 Bloed 102
2 De bloedsomloop 106
3 Het hart 108
4 De bloedvaten 112
5 Hart- en vaatziekten 116
6 Weefselvloeistof en lymfe 120
7 Uitscheiding 122
8 Immuunsysteem 124
9 Alcohol en drugs 127

EXTRA BASISSTOF

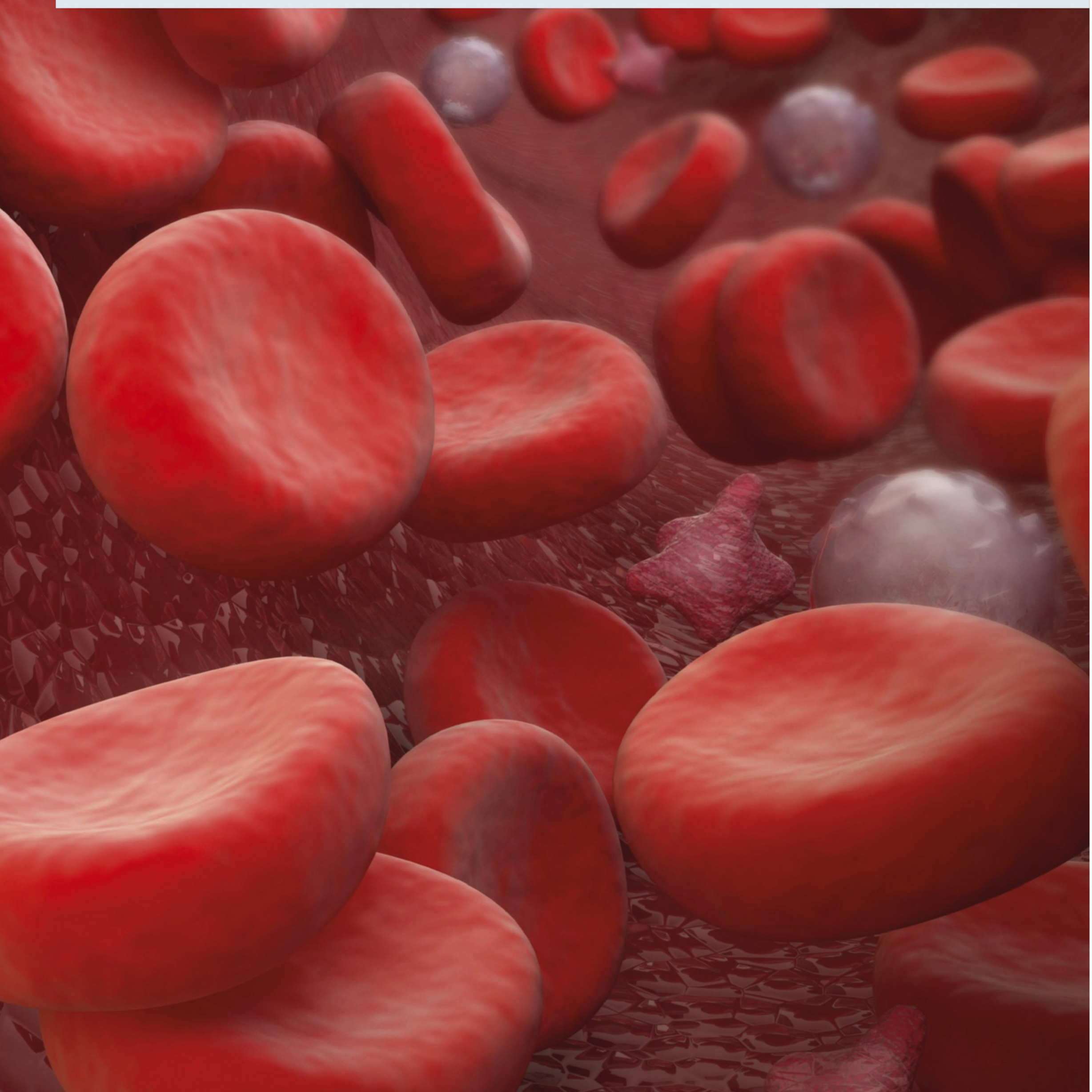
10 Bloedstolling 131
11 Bloedgroepen en bloedtransfusie 132

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting 135
Diagnostische toets 140

VERRIJKINGSSTOF

1 De bloeddruk meten 149
2 Elektrocardiogram (ECG) 150
3 Resusfactor 151



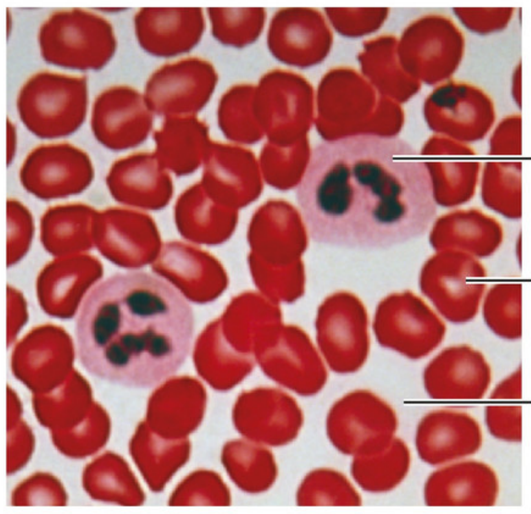
Dit thema heet: De bloedsomloop. In je lichaam stroomt bloed door bloedvaten. In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat het bloed zuurstof en koolstofdioxide vervoert. Bloed transporteert nog vele andere stoffen, onder andere voedingsstoffen. Het vervoer van stoffen wordt ook wel transport genoemd. Je hart pompt het bloed rond. De weg die het bloed door het lichaam aflegt, wordt de bloedsomloop genoemd. De nieren zuiveren je bloed en vormen urine. Aan de samenstelling van je bloed of urine kan een arts vaak zien of je gezond bent of ziek.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

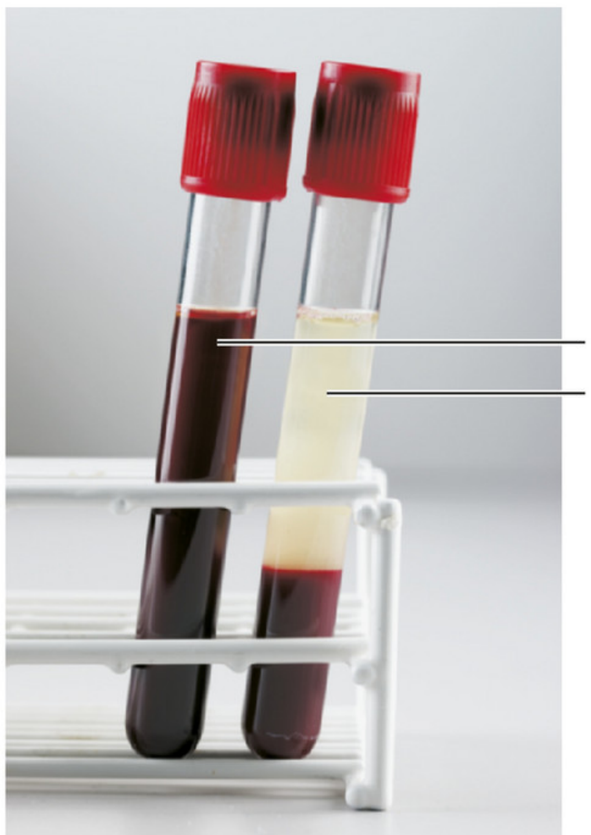
1 Bloed

Een volwassen mens heeft 5–6 L bloed. Bloed bestaat voor 55% uit de vloeistof bloedplasma. Voor de rest (45%) bestaat bloed uit rode bloedcellen, witte bloedcellen en bloedplaatjes (zie afbeelding 1).
In afbeelding 2 zie je twee reageerbuizen met bloed. Buis 1 bevat vers bloed, buis 2 heeft enkele dagen gestaan. De bloedcellen en bloedplaatjes zakken dan naar de bodem. Boven de bloedcellen en bloedplaatjes bevindt zich het bloedplasma. Het bloedplasma is gelig van kleur.
De functie van bloed is vervoer van alles om het lichaam te laten functioneren, zoals voedsel, zuurstof, afvalstoffen en warmte.

▼ **Afb. 1** Bloedplasma en bloedcellen.



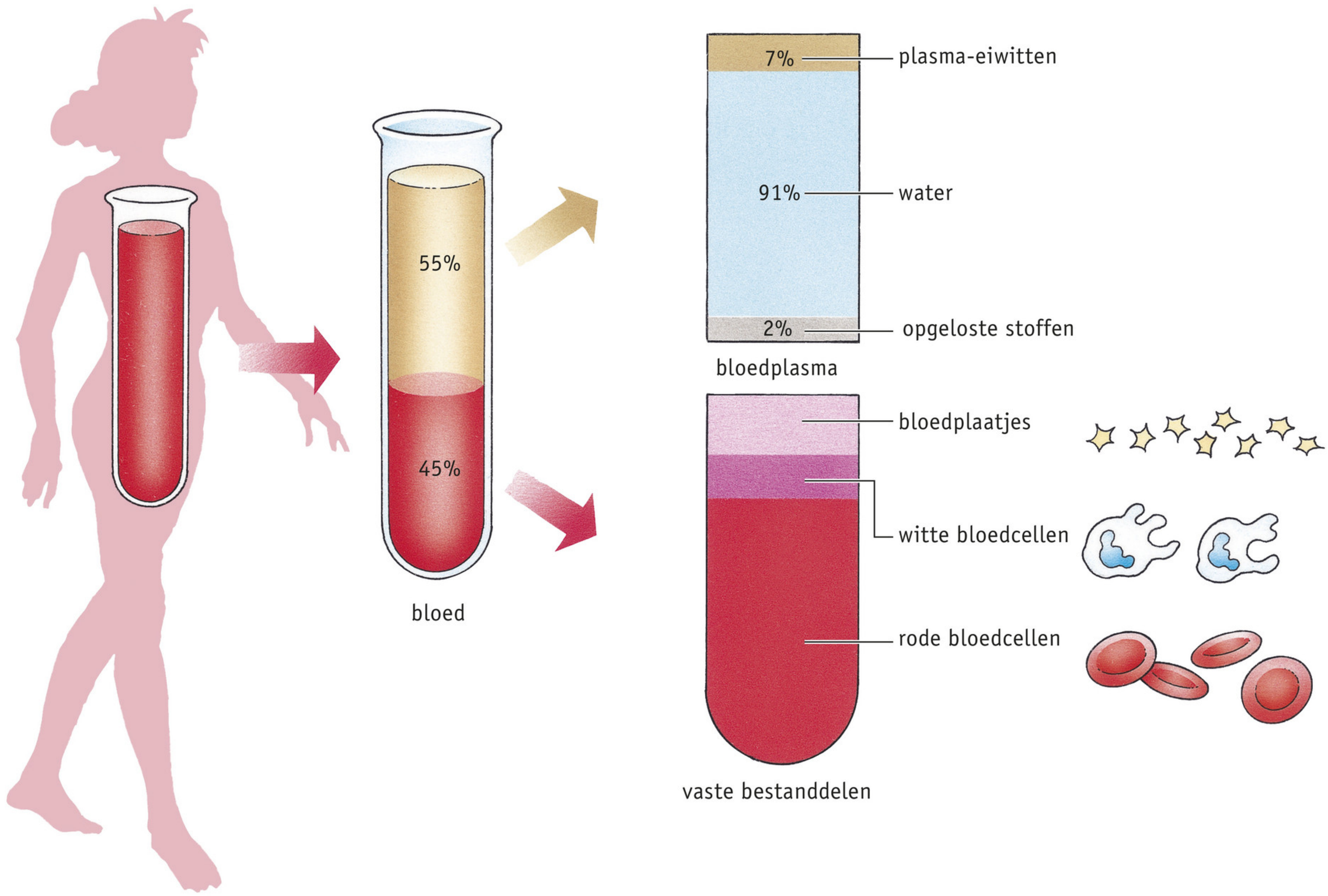
▼ **Afb. 2** Reageerbuizen met bloed.



BLOEDPLASMA

Bloedplasma bestaat voor 7% uit **eiwitten** (**plasma-eiwitten**) en voor 91% uit **water** (zie afbeelding 3). De rest van het bloedplasma bestaat uit stoffen die in het water zijn opgelost (onder andere **zouten**).
Een van de plasma-eiwitten is **fibrinogeen**. Fibrinogeen vervult een functie bij de **bloedstolling**. In extra basisstof 10 kun je leren hoe de bloedstolling in zijn werk gaat.
Bloedplasma vervoert vele stoffen, zoals **zuurstof** (een klein beetje), **voedingsstoffen**, **koolstofdioxide** en andere **afvalstoffen**.

▼ **Afb. 3** De samenstelling van bloed.

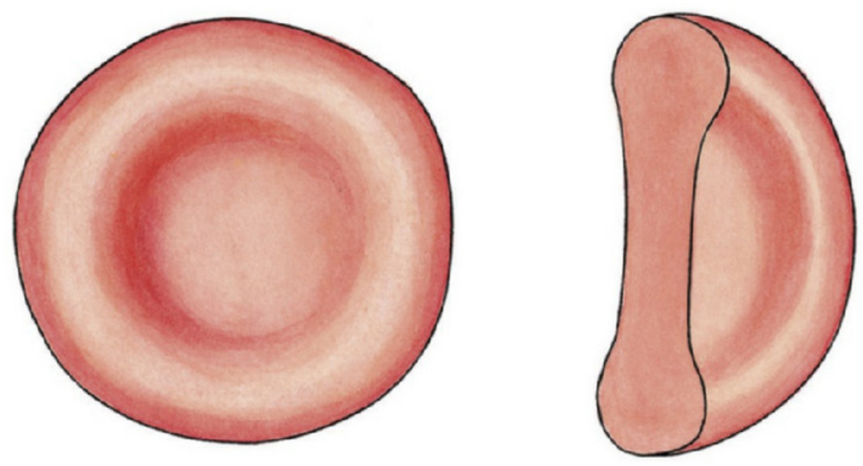


RODE BLOEDCELLEN

Rode bloedcellen (erytrocyten, Grieks = rode holten) hebben de vorm van kleine ronde schijfjes (zie afbeelding 4). Rode bloedcellen worden gemaakt in het beenmerg van je botten. Ze zijn in het midden iets dunner dan aan de rand (zie afbeelding 5). Rode bloedcellen hebben geen celkern. Per kubieke millimeter (mm^3) bloed komen gemiddeld 5 000 000 rode bloedcellen voor.

▼ **Afb. 4** Rode bloedcellen (vergroting 10 000×).

▼ **Afb. 5** Een rode bloedcel.



1 bovenaanzicht

2 doorgesneden

Rode bloedcellen vervoeren vooral zuurstof. Ze bevatten een rode kleurstof: **hemoglobine**. Door hemoglobine kunnen de rode bloedcellen gemakkelijk zuurstof opnemen en afgeven. In de longen nemen rode bloedcellen zuurstof op, in andere organen geven de rode bloedcellen zuurstof af. Door een tekort aan hemoglobine kan iemand erg moe worden (zie afbeelding 6).

▼ **Afb. 6**

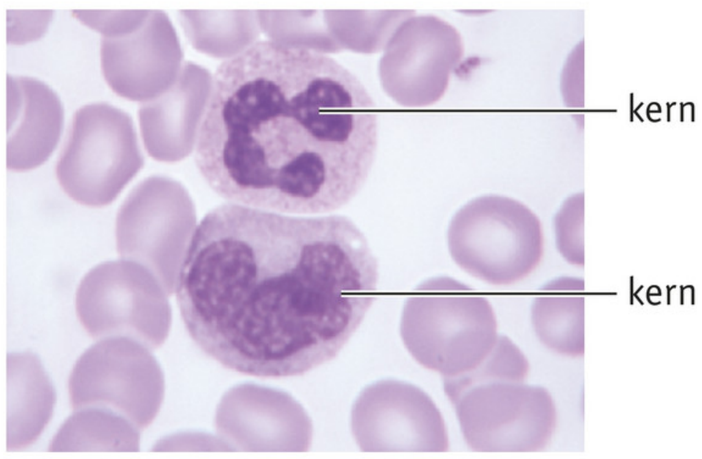
Huisarts

Hallo, ik ben Gineke. Als huisarts onderzoek en behandel ik patiënten die klachten hebben. Ik houd spreekuren waarbij ik patiënten ontvang en onderzoek. Hierna stel ik een diagnose en behandel de patiënten. Ik kan ook doorverwijzen naar bijvoorbeeld specialisten in het ziekenhuis of een recept uitschrijven voor de apotheek.
Ik voer ook eenvoudige bloedonderzoeken uit. Bijvoorbeeld laatst bij een 13-jarig meisje Sophie. Sophie was vaak erg moe, had hoofdpijn, was kortademig en was een paar keer flauwgevallen tijdens ballet. Toen ze ook op school was flauwgevallen, kwam ze bij me. Eerst dacht ik dat ze mogelijk diabetes had. Met een vingerprik heb ik wat bloed afgenomen. Dit bloed werd met een bloedglucosemeter getest, maar het glucosegehalte was niet te hoog. Sophie had dus geen diabetes. In het ziekenhuis is haar bloed verder onderzocht. De uitslag kreeg ik drie dagen later.
Sophie had een tekort aan hemoglobine en ijzer. Nadat ik Sophie hiervoor pillen had gegeven, ging het gelukkig weer snel beter met haar.

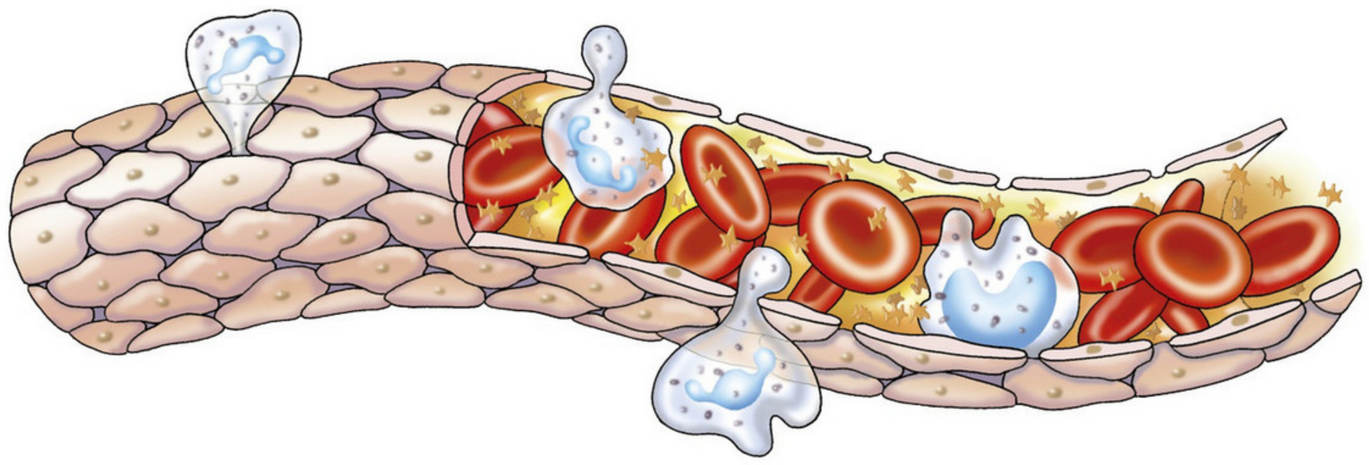
WITTE BLOEDCELLEN

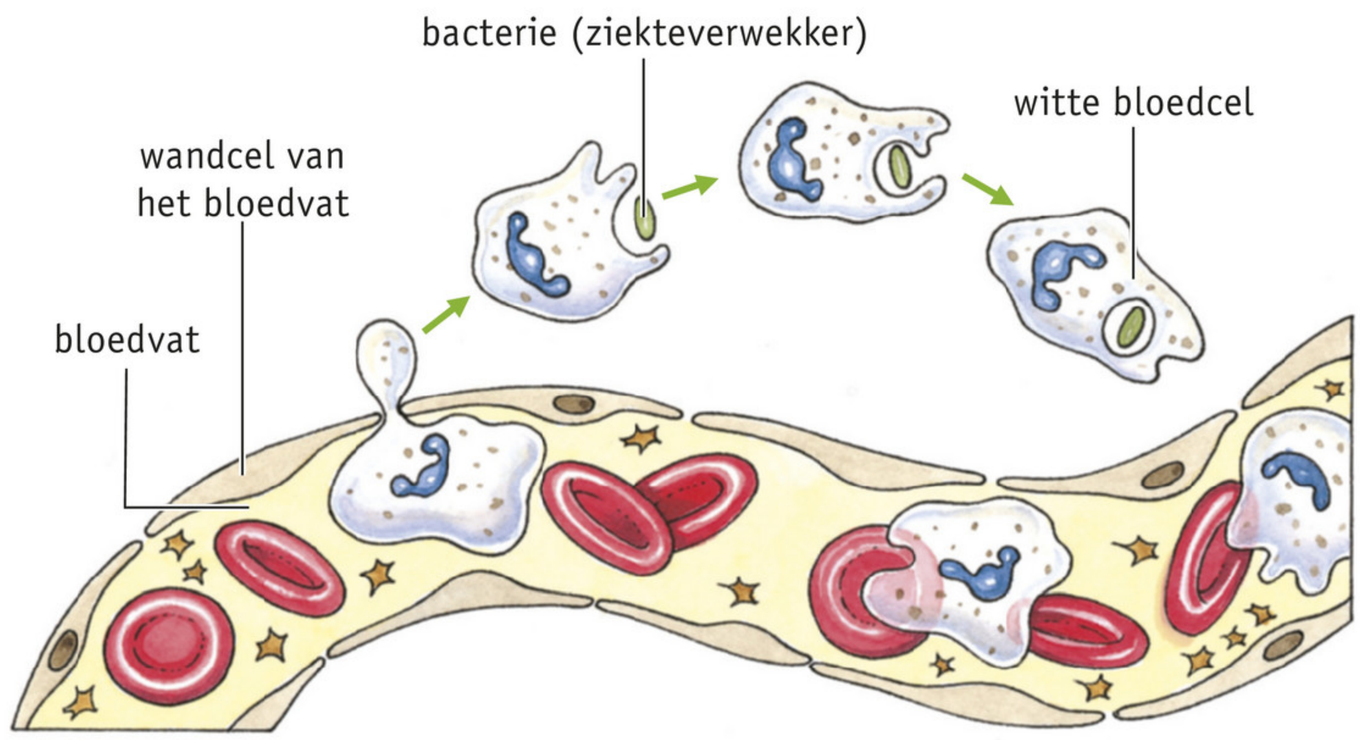
Witte bloedcellen (leukocyten, Grieks = witte cellen) hebben een celkern (zie afbeelding 7). Ze worden gemaakt in het beenmerg. Ze hebben geen vaste vorm waardoor ze door kleine openingen in de wand van de kleinste bloedvaten heen kunnen (zie afbeelding 8). Witte bloedcellen maken ziekteverwekkers onschadelijk.

▼ **Afb. 7** Witte bloedcellen (gekleurd, vergroting 6000×).



▼ **Afb. 8** Witte bloedcellen kunnen door openingen in de wand van de kleinste bloedvaten heen.





▶ **Afb. 9** Witte bloedcellen maken bacteriën onschadelijk door ze in te sluiten (schematisch).

▼ **Afb. 10** Een ontstoken wond met etter.

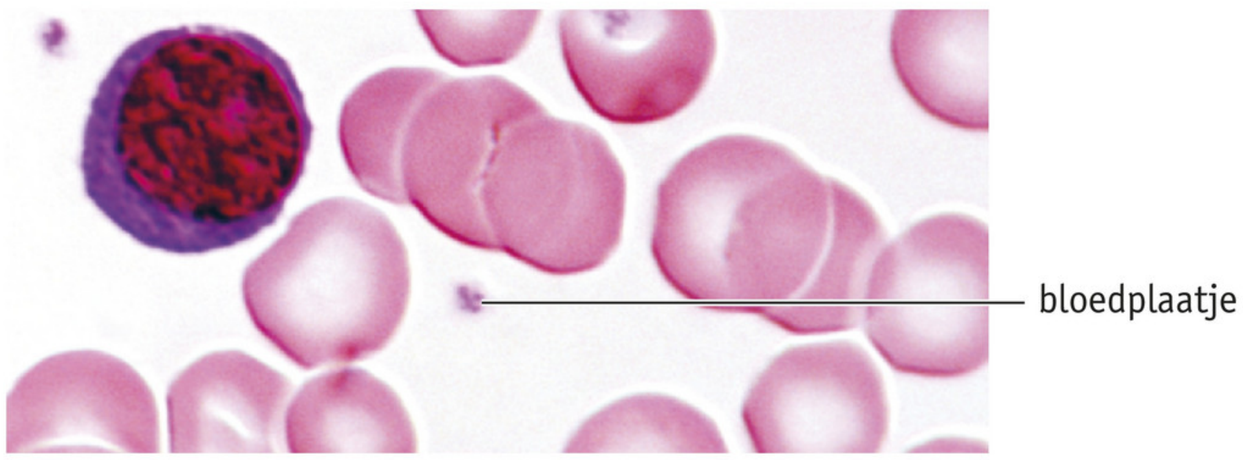
Een bepaald type witte bloedcellen doet dat door ziekteverwekkers in te sluiten (zie afbeelding 9). De witte bloedcellen gaan hierbij meestal ook dood. Dit gebeurt bijvoorbeeld als een wond is ontstoken (zie afbeelding 10). De **etter** of **pus** uit een wond bestaat uit dode witte bloedcellen en gedode bacteriën. Andere typen witte bloedcellen bestrijden ziekteverwekkers op andere manieren. In basisstof 8 leer je daar meer over. Per kubieke millimeter bloed komen gemiddeld 7000 witte bloedcellen voor.

BLOEDPLAATJES

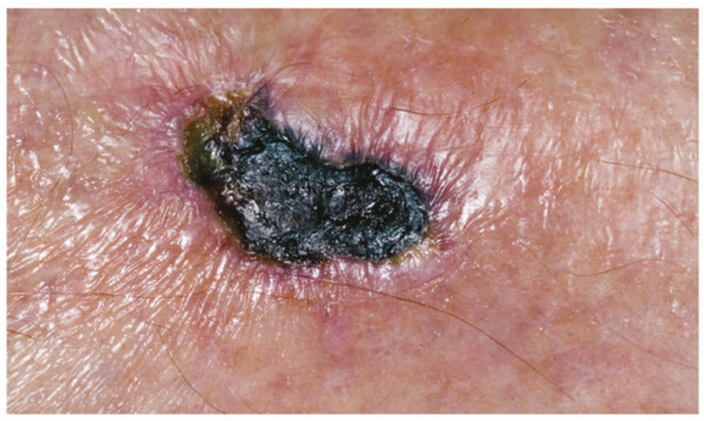
Bloedplaatjes (trombocyten, Grieks voor 'klontercellen') zijn geen echte cellen, maar delen van uiteengevallen cellen (zie afbeelding 11). Ze hebben geen celkern. Ook de bloedplaatjes worden gemaakt in het beenmerg. Per kubieke millimeter komen gemiddeld 300 000 bloedplaatjes voor.
Bloedplaatjes spelen een rol bij de bloedstolling. Ze bevatten stoffen die ervoor zorgen dat het bloed buiten de bloedvaten stolt (zie afbeelding 12). Bij deze bloedstolling speelt ook het bloedplasma een rol (zie extra basisstof 10). Soms kan het bloed ook binnen de bloedvaten stollen. Er ontstaat dan een bloedprop in een bloedvat. Dit wordt **trombose** genoemd. Soms kan zo'n bloedprop een bloedvat afsluiten, waardoor het bloed niet verder kan stromen.

WB OPDRACHT 1 T/M 6 BLZ. 92

▼ **Afb. 11** Bloedplaatjes (gekleurd, vergroting 8000×).



▼ **Afb. 12** Bij een verwonding zorgen stoffen uit het bloedplasma en uit de bloedplaatjes ervoor dat het bloed stolt.

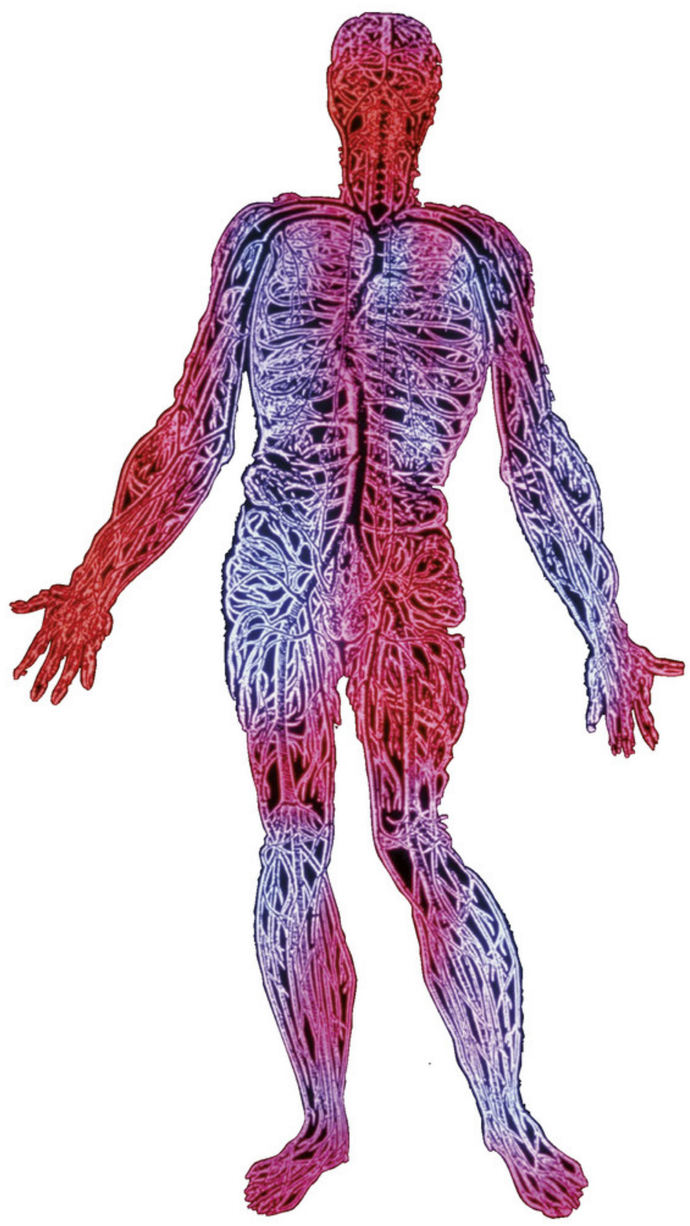


2 De bloedsomloop

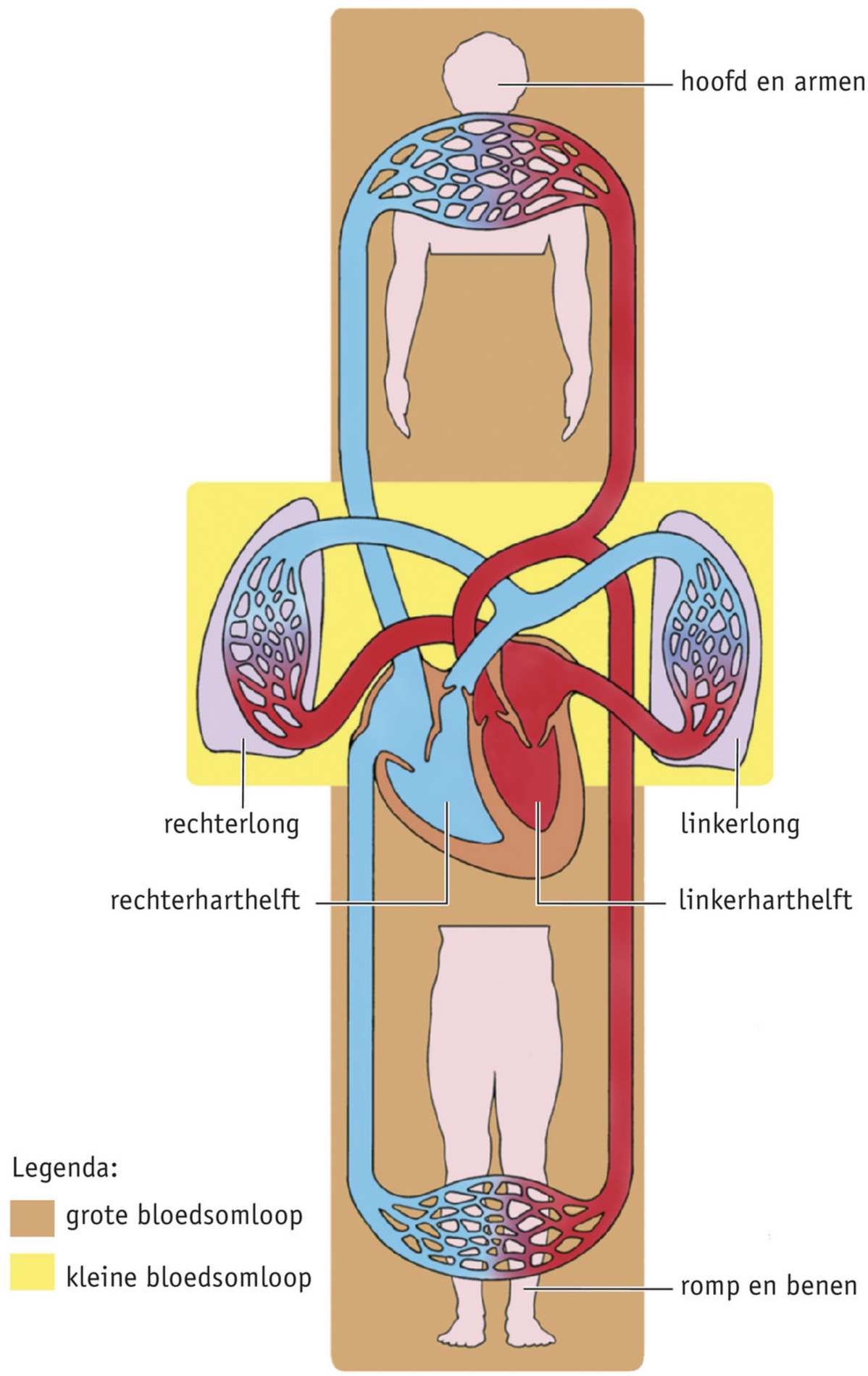
Het bloedvatenstelsel van de mens bestaat uit het **hart** en de **bloedvaten**. Door het hele lichaam lopen grote en kleine bloedvaten (zie afbeelding 13). Het hart pompt het bloed door de bloedvaten. De weg die het bloed door het lichaam aflegt, noemen we de **bloedsomloop**. Het overgrote deel van het bloed blijft tijdens het transport door het lichaam binnen de bloedvaten. Daarom heet dit een **gesloten bloedvatenstelsel**.

In afbeelding 14 is de bloedsomloop van de mens schematisch getekend. In het midden is het hart getekend. Het hart bestaat uit twee helften: de **rechterharthelft** en de **linkerharthelft**. De harthelften zijn van elkaar gescheiden door een tussenwand. De rechterharthelft staat links en de linkerharthelft staat rechts.

▼ **Afb. 13** Door het hele lichaam lopen grote en kleine bloedvaten.



▼ **Afb. 14** De dubbele bloedsomloop bij een mens (schematisch).



KLEINE BLOEDSOMLOOP

Het hart is een dubbele pomp. De rechterhelft van het hart pompt het bloed naar de rechterlong en de linkerlong. Vanuit de beide longen stroomt het bloed weer terug naar het hart. Dit deel van de bloedsomloop heet de **kleine bloedsomloop** (zie afbeelding 14).
In de kleine bloedsomloop wordt zuurstof opgenomen in het bloed en koolstofdioxide afgegeven aan de lucht. Dit gebeurt in de longen.

GROTE BLOEDSOMLOOP

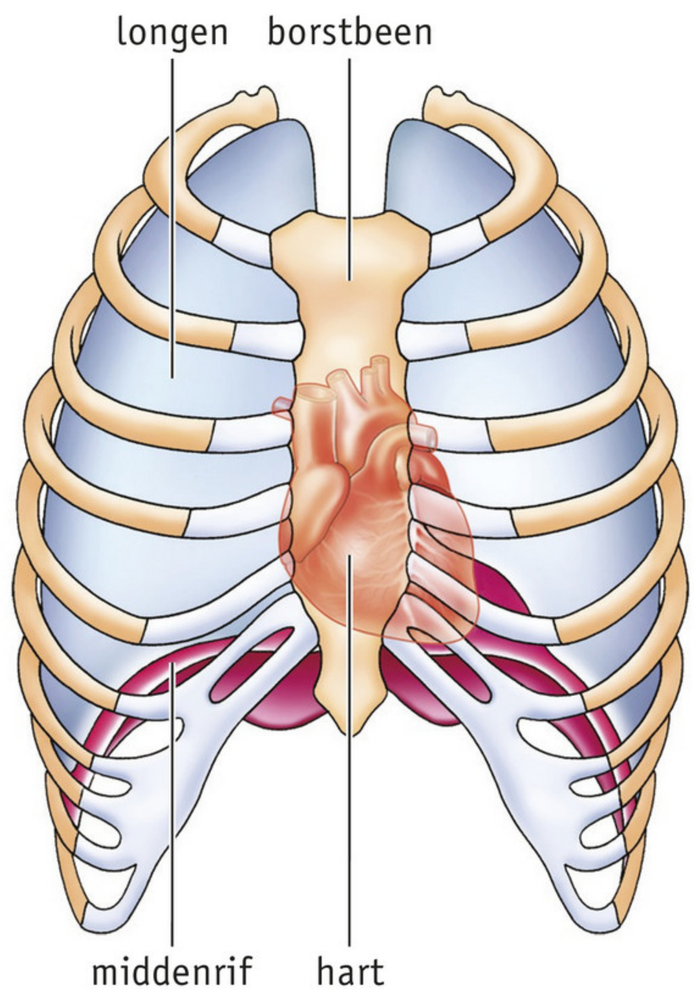
Vanuit de kleine bloedsomloop komt het bloed in de linkerhelft van het hart. Deze harthelft pompt het bloed door de organen in het hele lichaam (zie afbeelding 14). Vanuit de organen stroomt het bloed weer terug naar de rechterhelft van het hart. Dit deel van de bloedsomloop heet de **grote bloedsomloop**.
In de grote bloedsomloop worden zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) afgegeven aan de cellen en koolstofdioxide en andere afvalstoffen opgenomen in het bloed.

Per omloop stroomt het bloed twee keer door het hart. De bloedsomloop bij de mens noemen we dan ook een **dubbele bloedsomloop**.

WB OPDRACHT 7 EN 8 BLZ. 96

3 Het hart

Het hart ligt in de borstholte, iets naar links onder het borstbeen (zie afbeelding 15). Een hart is ongeveer zo groot als een vuist.

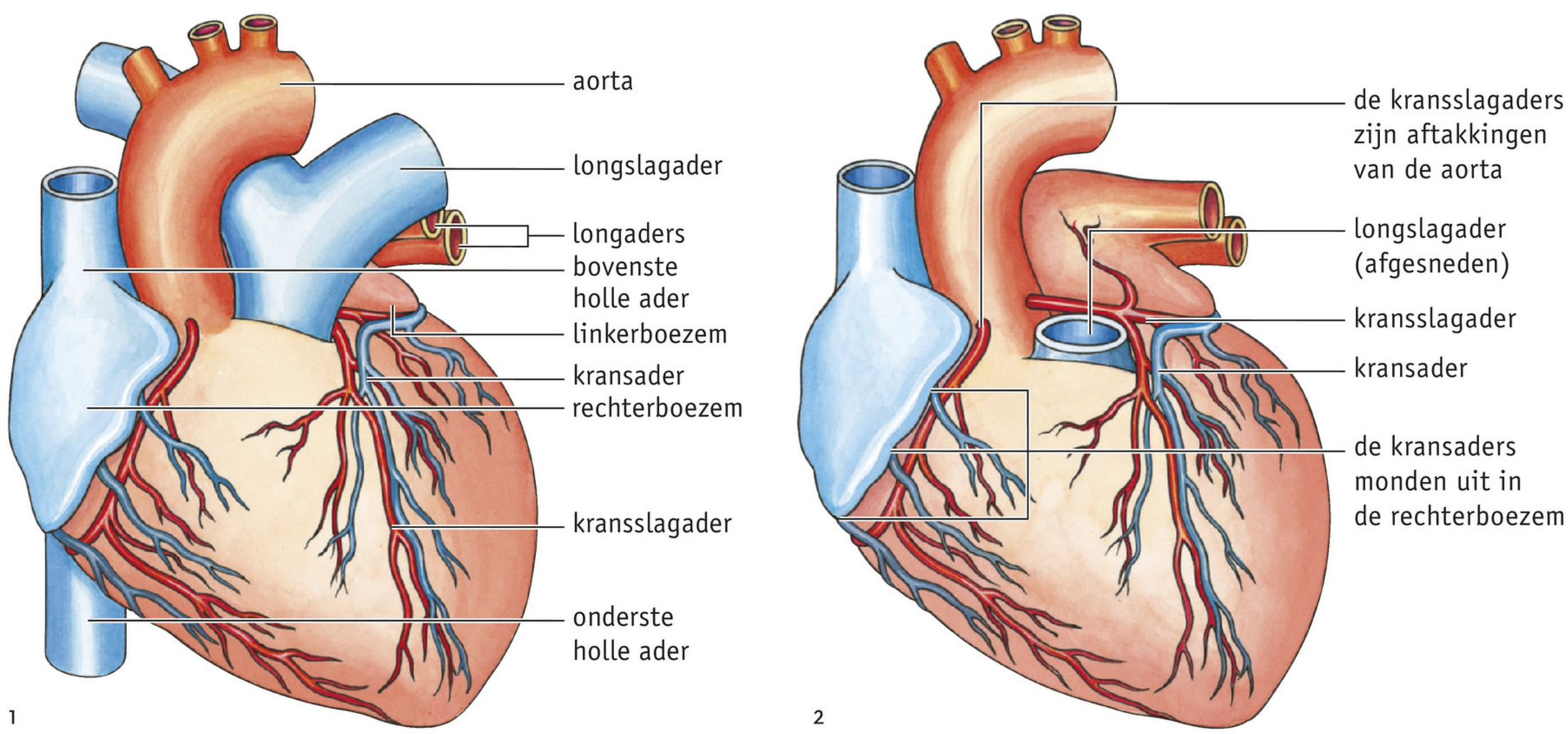


▶ **Afb. 15** De ligging van het hart (schematisch).

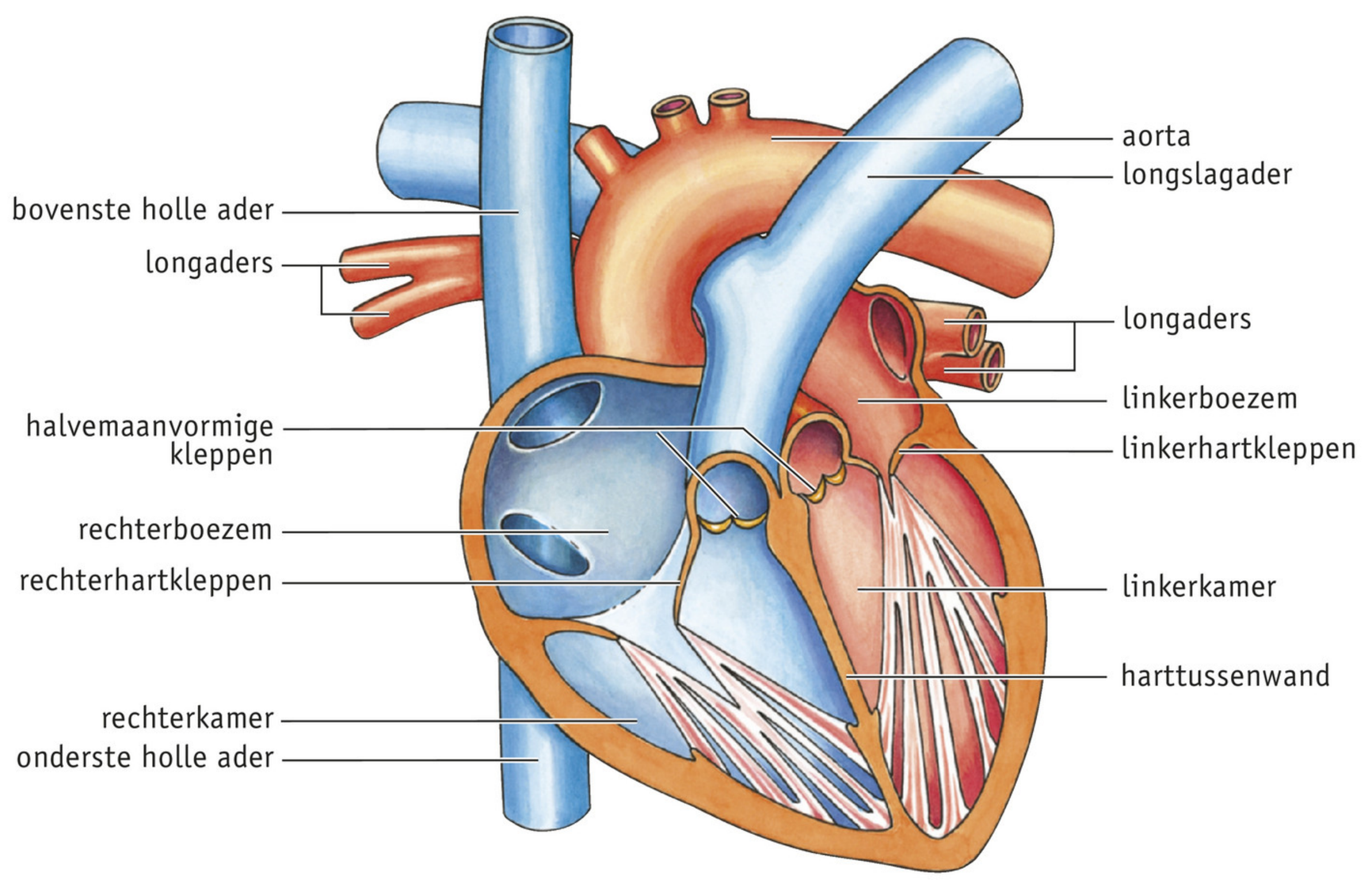
DE BOUW VAN HET HART

Het hart is een holle spier. Over het hart lopen kransslagaders en kransaders (zie afbeelding 16). Door de **kransslagaders** stroomt bloed dat rijk is aan zuurstof en voedingsstoffen naar de hartspier. De kransslagaders zijn aftakkingen van de aorta (zie afbeelding 16.2). Door de **kransaders** stroomt bloed, dat rijk is aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen, weg van de hartspier.

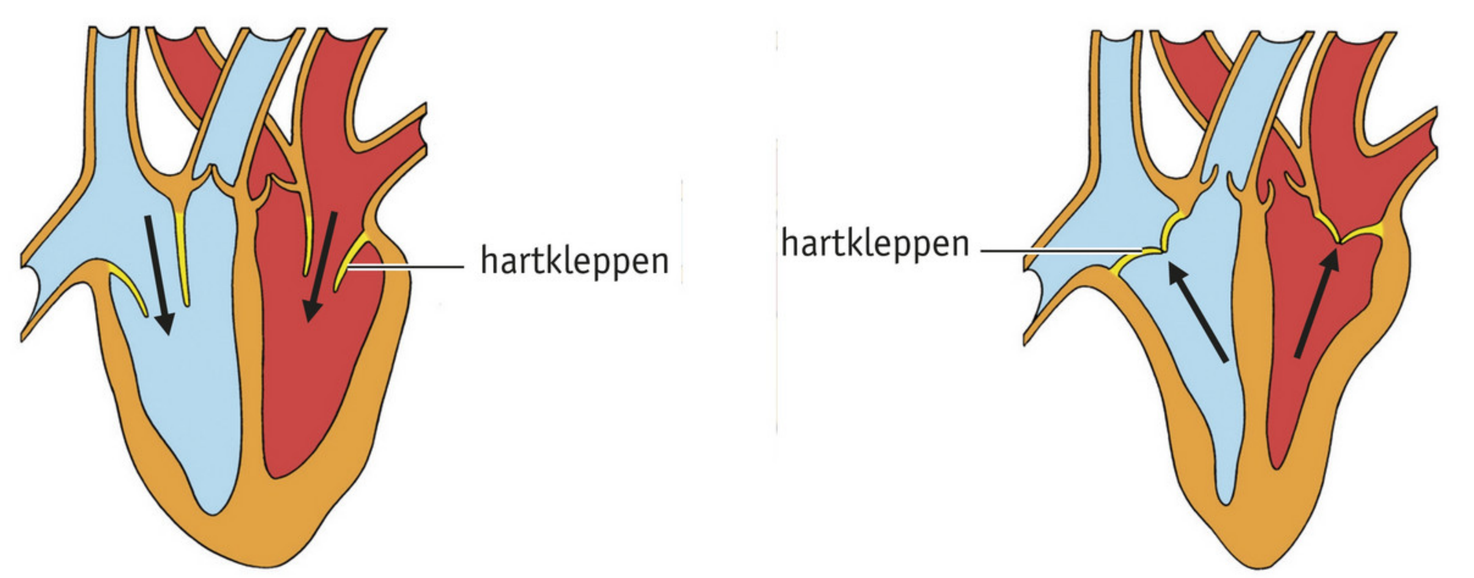
▼ **Afb. 16** Het hart (buitenaanzicht).



Het hart bestaat uit twee boezems en twee kamers (zie afbeelding 17). De **harttussenwand** vormt de scheiding tussen de linkerhelft en de rechterhelft van het hart.
Het zuurstofarme bloed dat van de organen in het hoofd en van de armen afkomt, stroomt het hart binnen via de **bovenste holle ader**. Het zuurstofarme bloed dat van de organen in de romp en van de benen afkomt, stroomt het hart binnen via de **onderste holle ader**. Beide holle aders monden uit in de **rechterboezem**. Van de rechterboezem stroomt het bloed naar de **rechterkamer**. De rechterkamer pompt het bloed in de **longslagaders**. In de longen wordt het bloed zuurstofrijk. Dit bloed stroomt via de **longaders** terug naar het hart. De longaders monden uit in de **linkerboezem**. Van de linkerboezem stroomt het bloed naar de **linkerkamer**. De linkerkamer pompt het bloed via de **aorta** naar alle organen van het lichaam. Daar wordt het bloed zuurstofarm. Door de onderste en de bovenste holle ader stroomt het bloed weer terug naar het hart.
Boezems en kamers zijn van elkaar gescheiden door **hartkleppen**. Deze verhinderen dat het bloed terugstroomt van de kamers naar de boezems (zie afbeelding 18).



Afb. 17 Het hart (lengtedoorsnede).



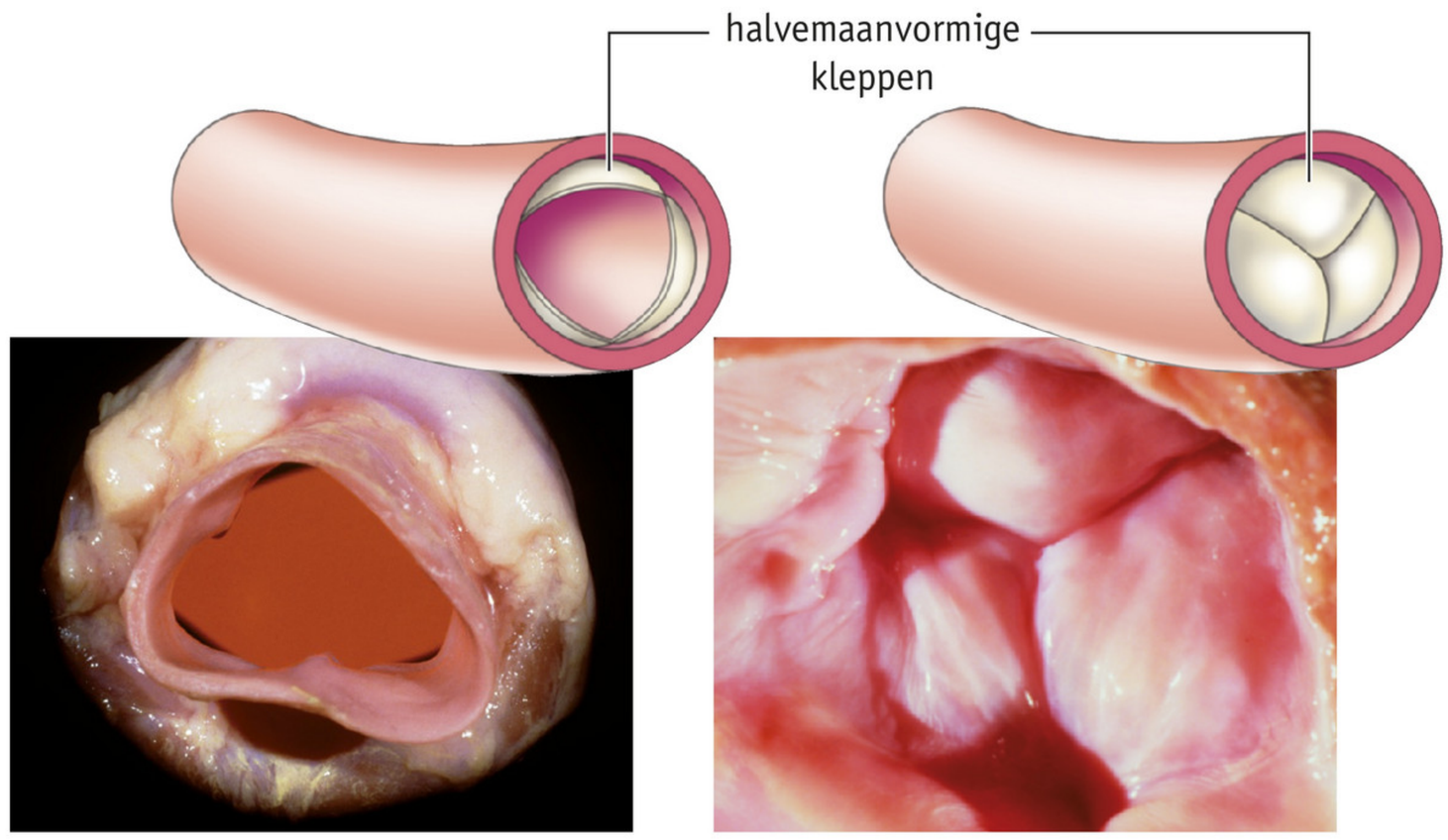
1 hartkleppen open: bloed stroomt van de boezems naar de kamers

2 hartkleppen dicht: bloed kan niet terugstromen van de kamers naar de boezems

Afb. 18 Werking van de hartkleppen (schematisch).

Aan het begin van de longslagader en de aorta bevinden zich **halvemaanvormige kleppen** (zie afbeelding 19). Zij verhinderen dat het bloed terugstroomt in de kamers (zie afbeelding 20).

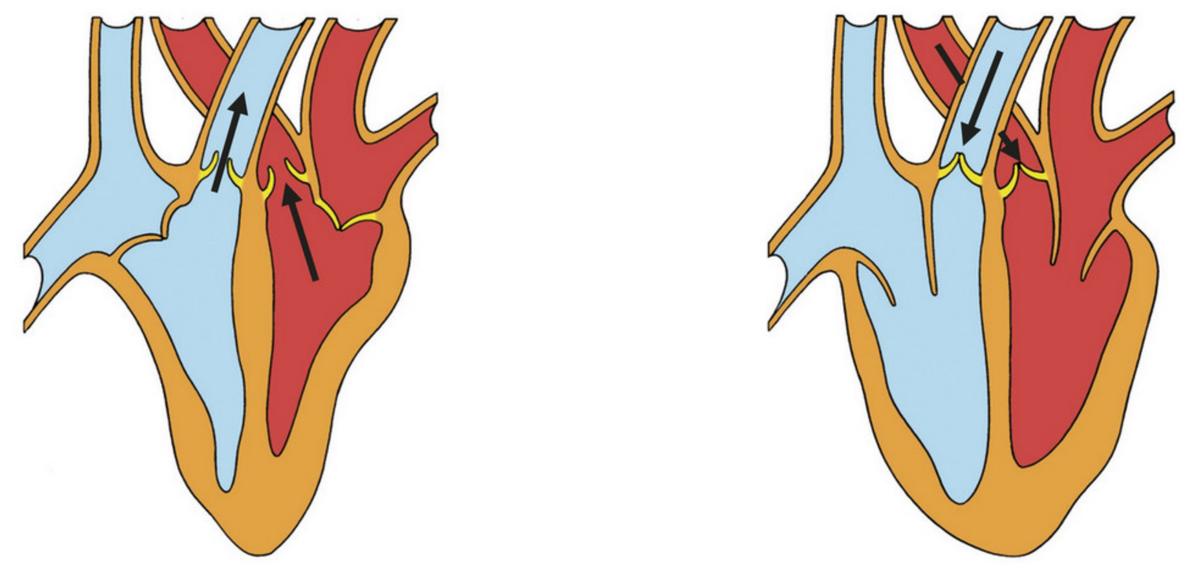
WB OPDRACHT 9 EN 10 BLZ. 98



1 halvemaanvormige kleppen open

2 halvemaanvormige kleppen dicht

▶ **Afb. 19** Halvemaanvormige kleppen in de aorta (foto en schematische tekening).



1 halvemaanvormige kleppen open: bloed kan van de rechterkamer in de longslagader stromen en van de linkerkamer in de aorta

2 halvemaanvormige kleppen dicht: bloed kan niet terugstromen van de longslagader naar de rechterkamer en niet van de aorta naar de linkerkamer

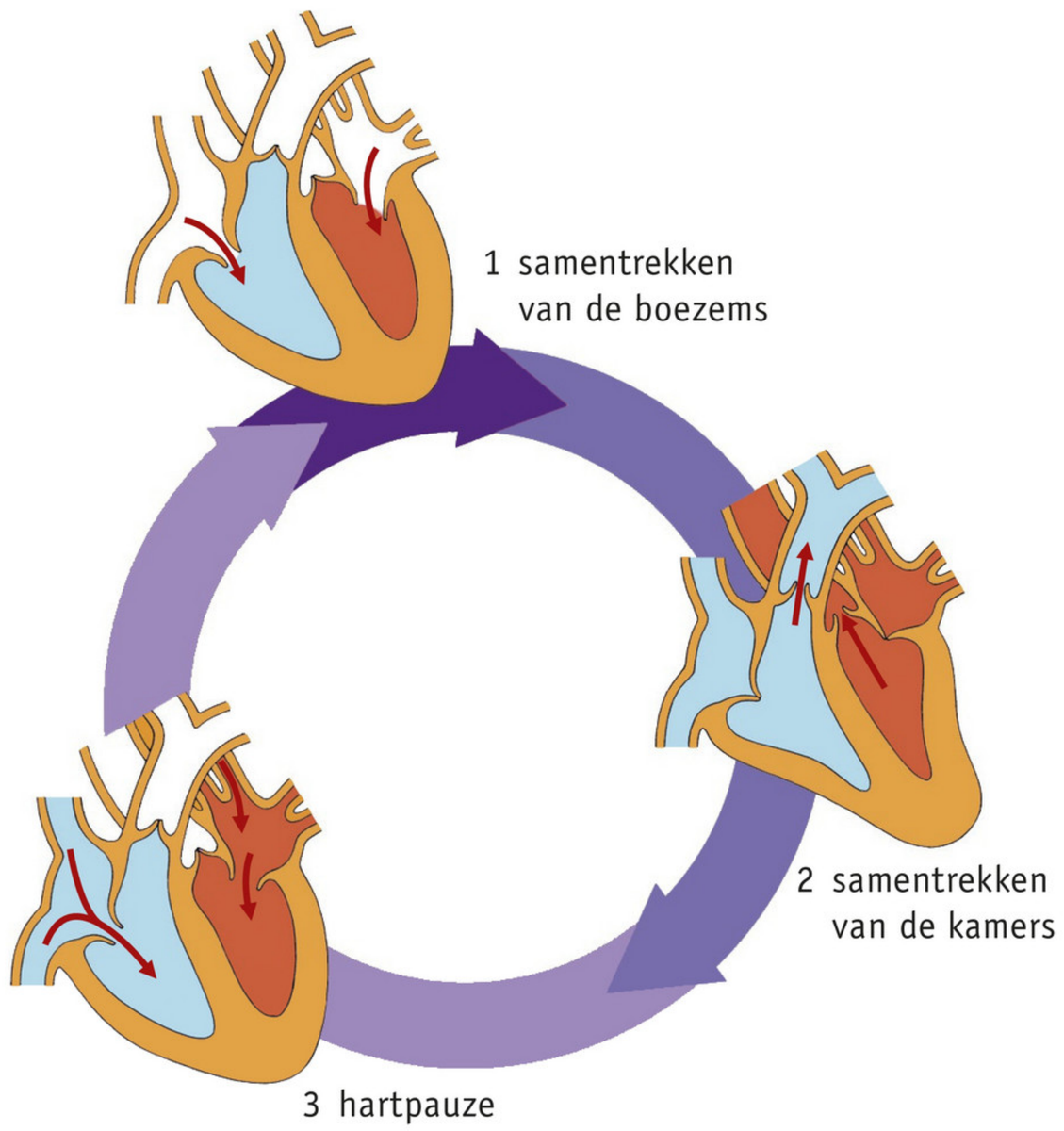
▶ **Afb. 20** Werking van de halvemaanvormige kleppen (schematisch).

DE WERKING VAN HET HART

De hartspier van een volwassene trekt zich gemiddeld zeventig keer per minuut samen. We noemen dat een **hartslag** van 70. Bij de werking van het hart zijn drie fasen te onderscheiden (zie afbeelding 21).

De hartslag begint als de boezems zijn volgestroomd met bloed uit de holle aders en de longaders. Het **samentrekken van de boezems** vindt in beide harthelften gelijktijdig plaats. Het bloed stroomt hierdoor de kamers in (zie afbeelding 21.1). De kamers zijn ontspannen. Als de kamers zijn volgestroomd met bloed, vindt het **samentrekken van de kamers** (systole) plaats (zie afbeelding 21.2). De hartkleppen slaan dicht en verhinderen dat het bloed terugstroomt in de boezems. De druk in de kamers stijgt. Als de druk in de kamers hoger is geworden dan de druk in de aorta en in de longslagader, worden de halvemaanvormige kleppen opengeduwd. Het bloed wordt tegelijkertijd in de aorta en in de longslagader gepompt. Tijdens het samentrekken van de kamers zijn de boezems ontspannen.

▶ **Afb. 21** Werking van het hart (schematisch).



Hierna vindt de **hartpauze** (diastole) plaats. Zowel boezems als kamers zijn ontspannen. Het bloed stroomt uit de holle aders en de longaders in de boezems en gedeeltelijk al in de kamers (zie afbeelding 21.3). De halvemaanvormige kleppen zijn gesloten. Daardoor kan het bloed uit de longslagader en de aorta niet terugstromen naar de kamers. Hierna volgt weer het samentrekken van de boezems. Door jarenlange training krijgen topsporters een sporthart (zie afbeelding 22).

▼ **Afb. 22**

WB OPDRACHT 11 T/M 13 BLZ. 100

Hartminuutvolume en sporthart

De hoeveelheid bloed die een kamer in een minuut wegpompt, is het hartminuutvolume (HMV). De formule van hartminuutvolume is:

HMV = HF × SV

Hierin is:
HF = de hartfrequentie (aantal slagen per minuut);
SV = het slagvolume (in liter per slag).

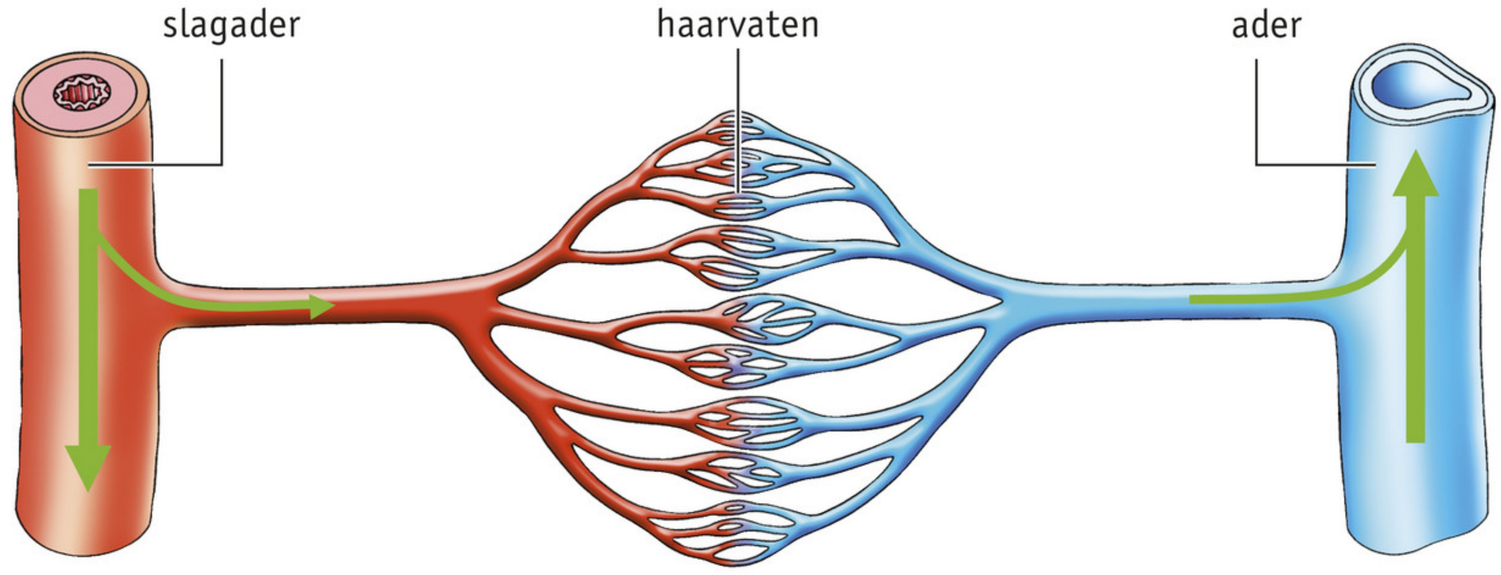
Tijdens sporten neemt de hartslagfrequentie in slagen per minuut toe. Als in trainingen de zuurstofbehoefte toeneemt, zal bij gelijke hartfrequentie ook het slagvolume toenemen. Vooral de wand van de linkerkamer zal dan getraind (sterker) worden. Topsporters hebben meestal een 'sporthart'.

Een sporthart is een gezond, goedgetraind hart dat per hartslag meer bloed kan rondpompen. Door jarenlang intensief trainen wordt vooral de linkerhartkamer wijder en de wand van deze hartkamer dikker.

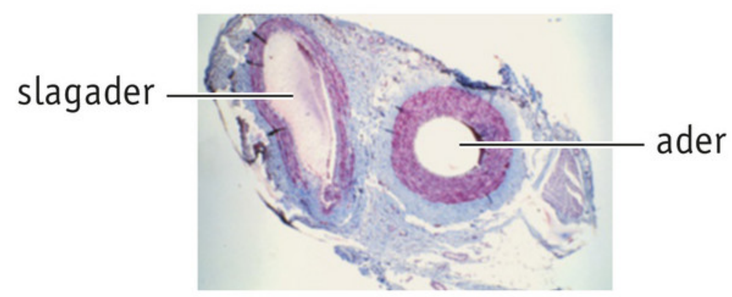
4 De bloedvaten

We onderscheiden drie typen bloedvaten: slagaders, haarvaten en aders (zie afbeelding 23).
Het hart pompt het bloed in de **slagaders**. Door de slagaders stroomt het bloed met kracht weg van het hart, naar de organen toe. De **bloeddruk** op de wand van slagaders is hoog waardoor deze dik, stevig en elastisch zijn.
Als het hart bloed in de slagaders perst, zetten de slagaders uit. Daarna veren ze weer terug. Dat kun je bijvoorbeeld voelen aan je pols (de **polsslag**). In de polsen ligt een slagader vlak onder de huid. De meeste slagaders liggen dieper in het lichaam. Daardoor worden ze niet zo gauw beschadigd.

▼ **Afb. 23** Drie typen bloedvaten.



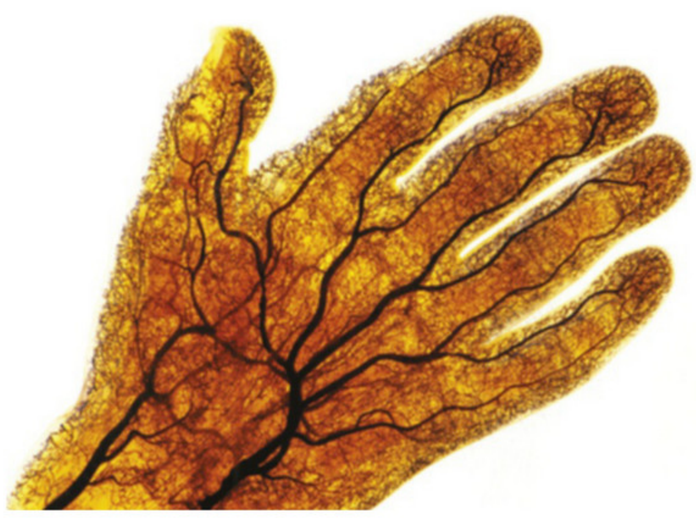
1 slagader – haarvaten – ader (schematisch)



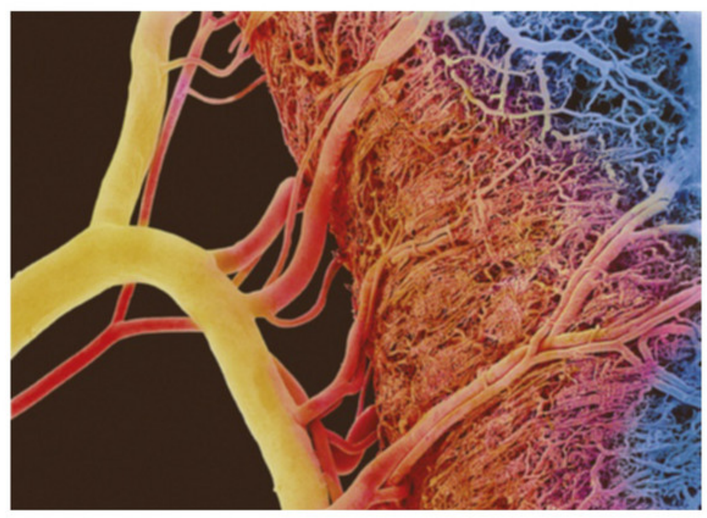
2 dwarsdoorsnede slagader en ader

In de organen vertakken de slagaders zich in steeds fijnere bloedvaten (zie afbeelding 24). Hierbij wordt de wand van de bloedvaten steeds dunner. Als de wand van de bloedvaten nog slechts één cellaag dik is, spreken we van **haarvaten**. De haarvaten in een orgaan vormen samen een **haarvatennet** (zie afbeelding 25).
In de haarvaten neemt de bloeddruk sterk af. Door de dunne wand van de haarvaten kan vocht met zuurstof en voedingsstoffen de haarvaten verlaten naar de cellen toe. De cellen verbruiken zuurstof en voedingsstoffen bij de verbranding. Daarbij komen koolstofdioxide en andere afvalstoffen vrij. Vocht met koolstofdioxide en andere afvalstoffen kan door de dunne wand in de haarvaten terechtkomen.
De haarvaten komen samen in grotere bloedvaten: de aders.

▼ **Afb. 24** Bloedvaten in een hand.

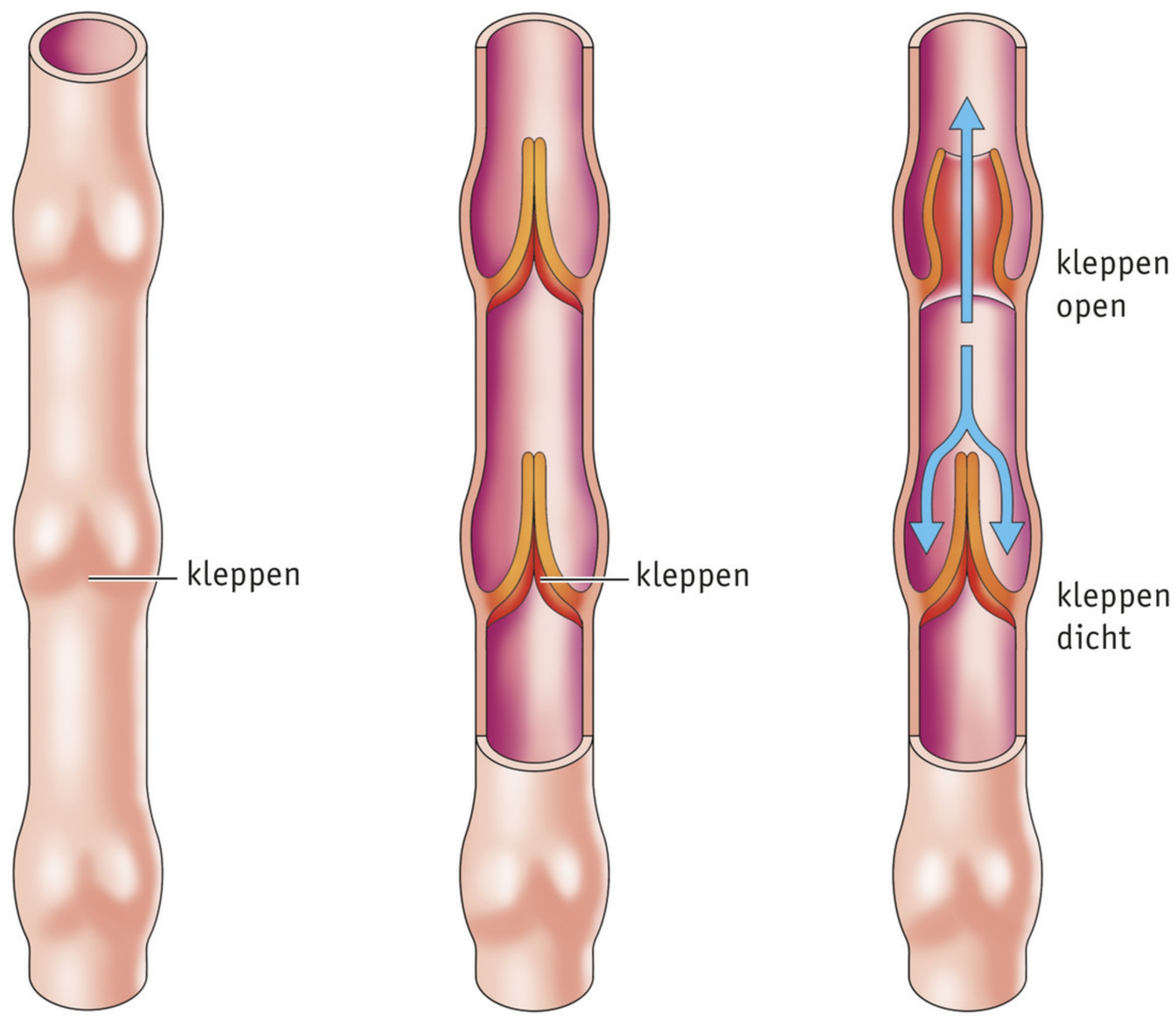


▼ **Afb. 25** Haarvatennet.



Door de **aders** stroomt het bloed van de organen weg, terug naar het hart. De bloeddruk in de aders is laag. De wanden van de aders zijn dunner en minder elastisch dan die van de slagaders. In de aders is geen hartslag meer merkbaar. De aders liggen meestal minder diep in het lichaam. Je kunt ze in je handen zien als blauwige strepen.
Het hart zuigt het bloed uit de aders terug. Veel aders bevatten **kleppen**, vooral de aders in armen en benen. De aderkleppen laten het bloed slechts in één richting door (zie afbeelding 26). Hierdoor helpen de kleppen mee het bloed terug te voeren naar het hart. Ze voorkomen dat het bloed terugstroomt naar de organen. In de slagaders komen geen kleppen voor, behalve dan de halvemaanvormige kleppen aan het begin van de longslagader en aorta.

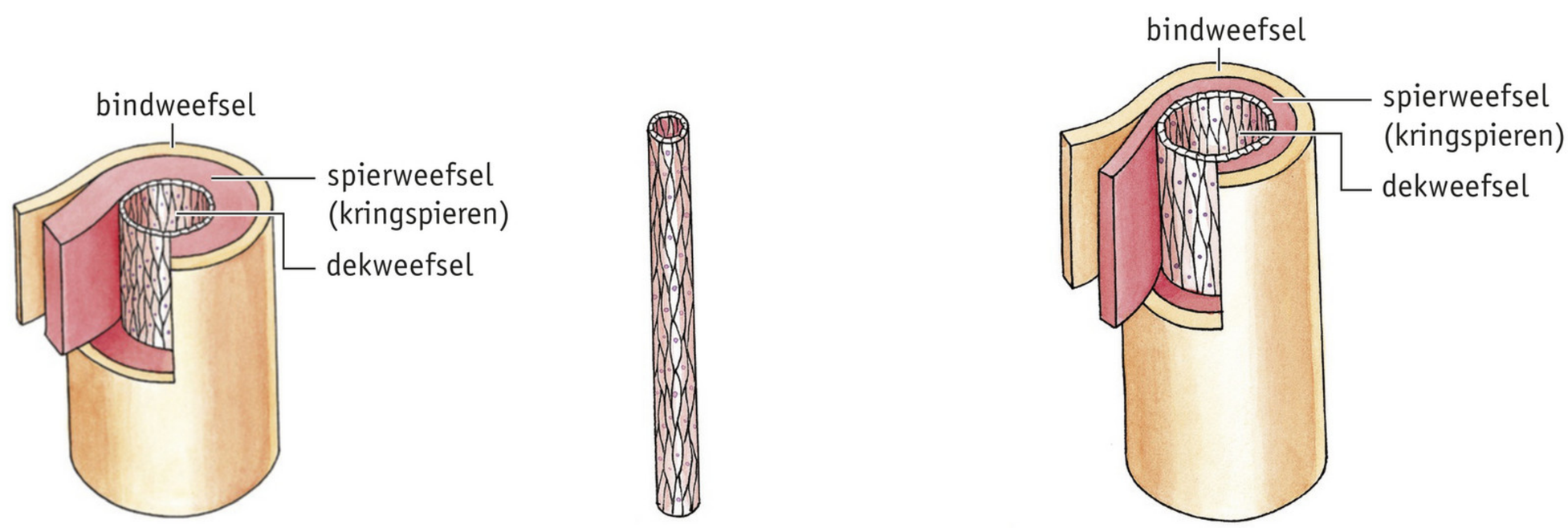
▶ **Afb. 26** Ader (schematisch).



1 buitenaanzicht 2 lengtedoorsnede 3 werking van de aderkleppen

In afbeelding 27 is de opbouw van een slagader, haarvat en ader aangegeven. Slagaders hebben een wand met een laag **dekweefsel** met daaromheen een dikke laag **spierweefsel** en aan de buitenkant **bindweefsel**. Bij aders is de laag spierweefsel dunner.

▼ **Afb. 27** De verschillende bloedvaten.



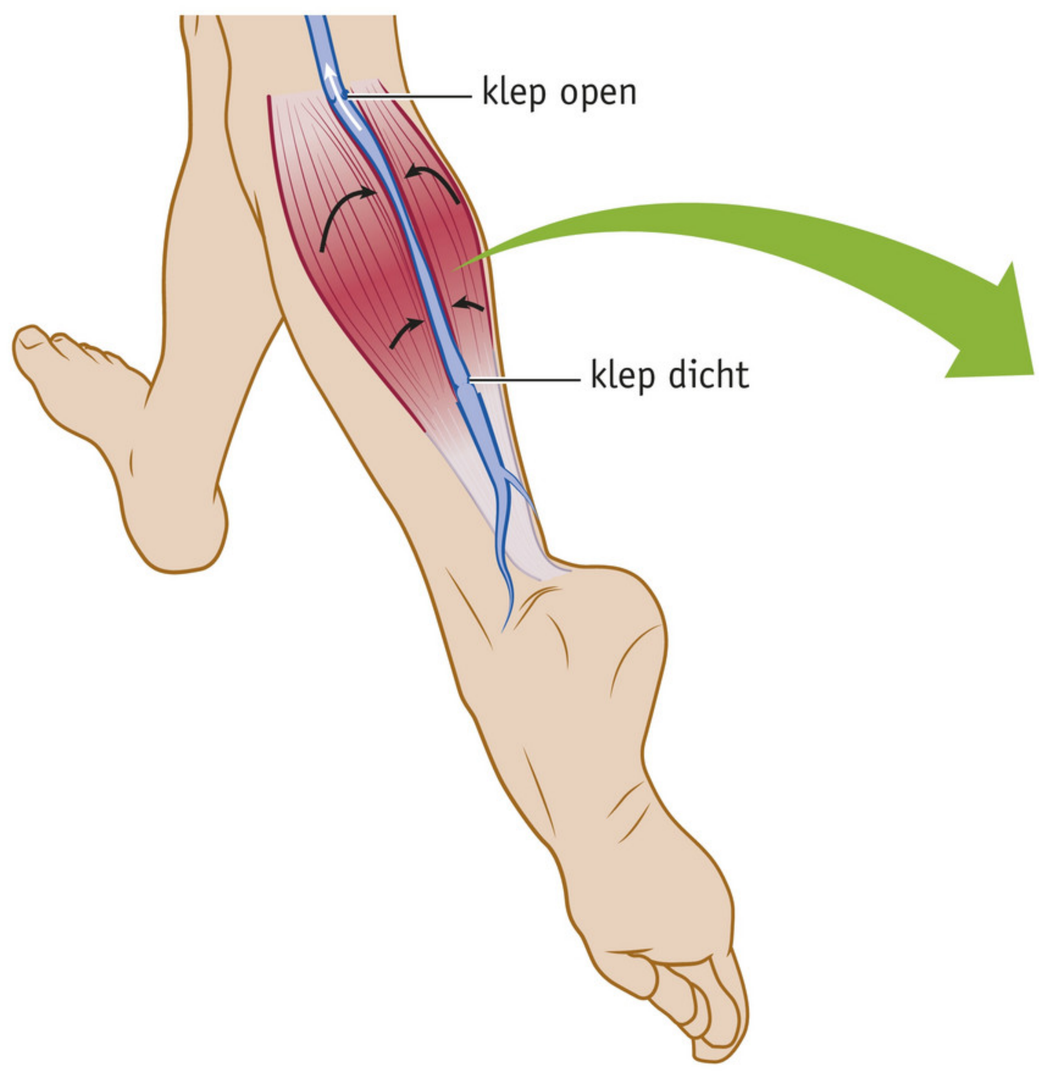
1 slagader 2 haarvat 3 ader

SPIERPOMP

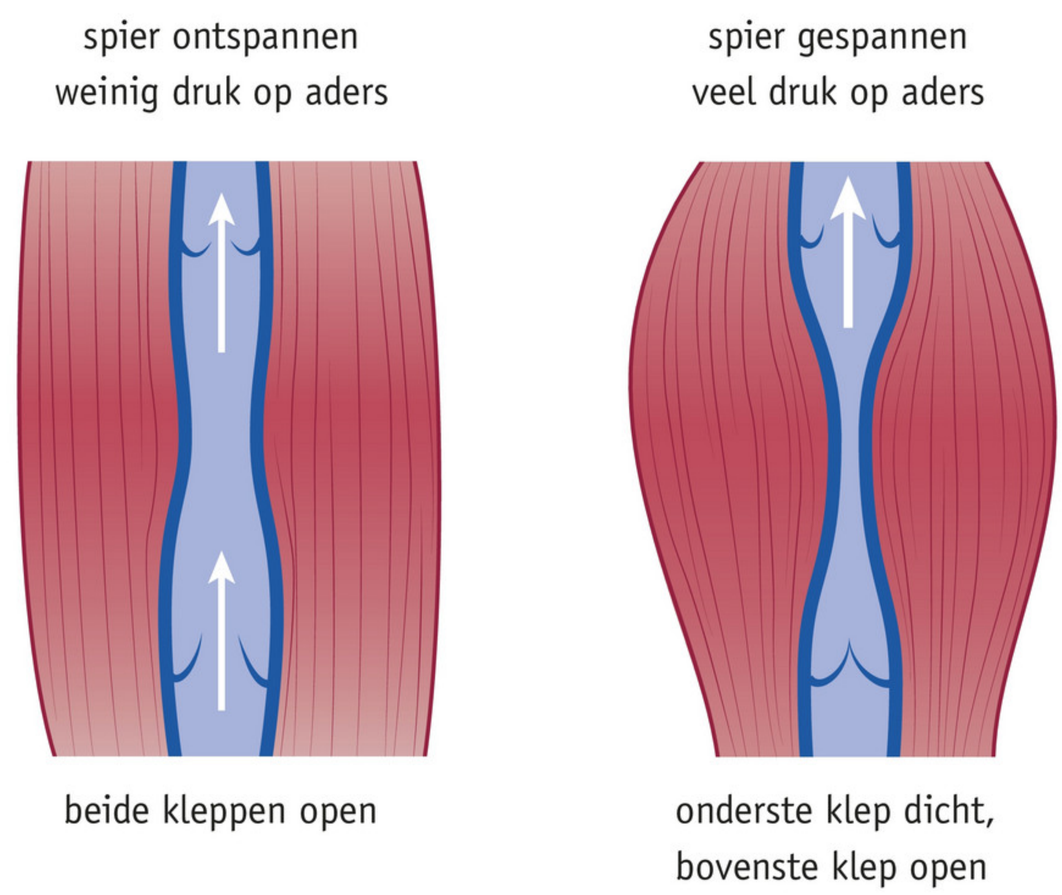
Door middel van het aanspannen en ontspannen van spieren (de **spierpomp**), bijvoorbeeld in de kuitspieren, ontstaat er afwisselend veel en weinig druk op de aders (zie afbeelding 28). De kleppen in de aders zorgen ervoor dat het bloed in de juiste richting stroomt.

WB OPDRACHT 14 T/M 16 BLZ. 102

▼ **Afb. 28** Kuitspieren werken als een 'spierpomp'.



1 onderbeen met kuitspieren aangespannen



2 kuitspieren tijdens de spierpomp

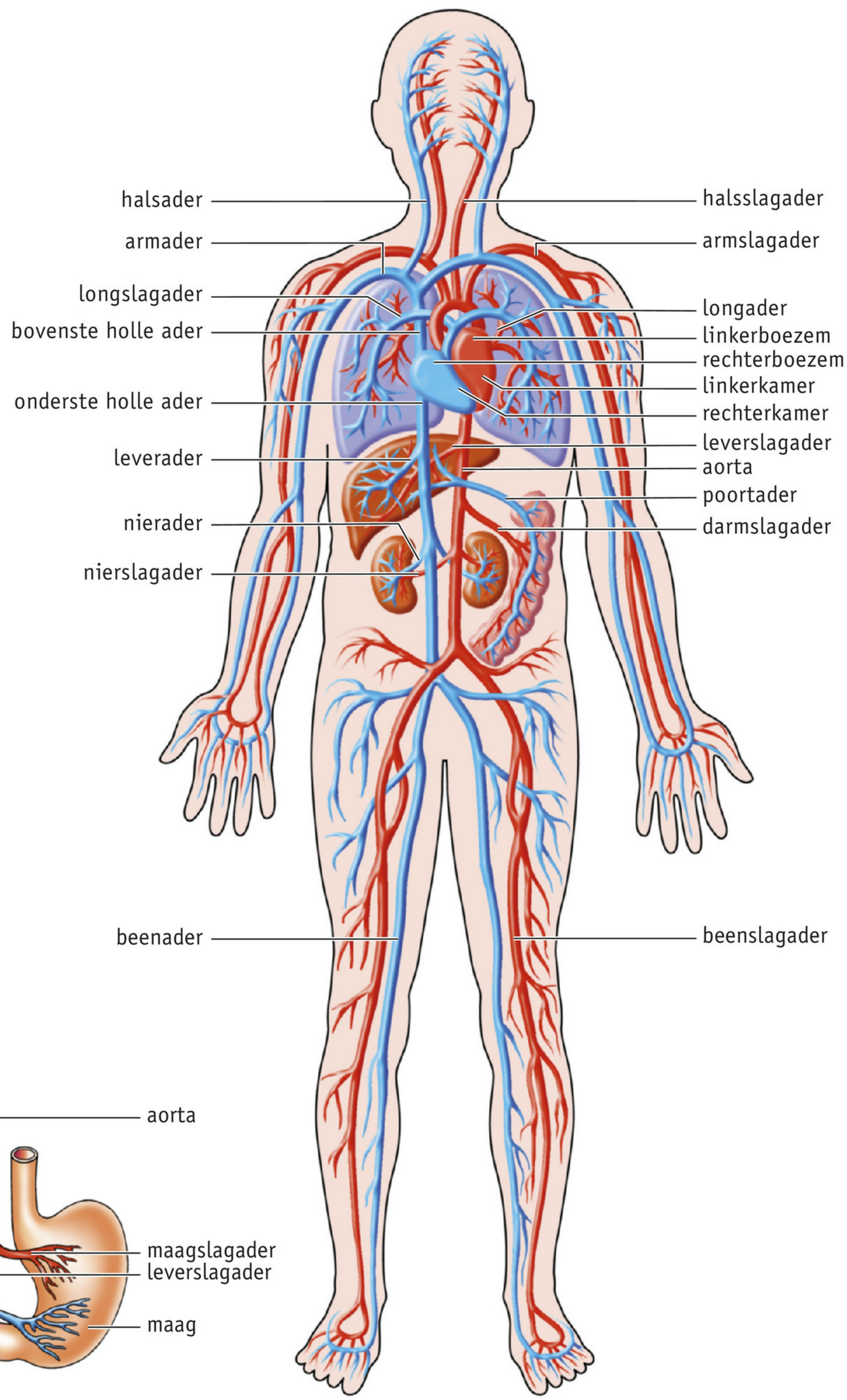
HET BLOEDVATENSTELSEL

Alle bloedvaten in je lichaam vormen samen het **bloedvatenstelsel**. In afbeelding 29 zijn de belangrijkste bloedvaten van het bloedvatenstelsel getekend. De haarvaten zijn weggelaten. De roodgekleurde bloedvaten in de afbeelding bevatten zuurstofrijk bloed; de blauwgekleurde bloedvaten bevatten zuurstofarm bloed. Slagaders en aders hebben meestal de naam van het orgaan waar ze naartoe of vanaf lopen. Door de beenslagaders bijvoorbeeld stroomt bloed naar de benen toe; door de beenaders stroomt bloed uit de benen weg.

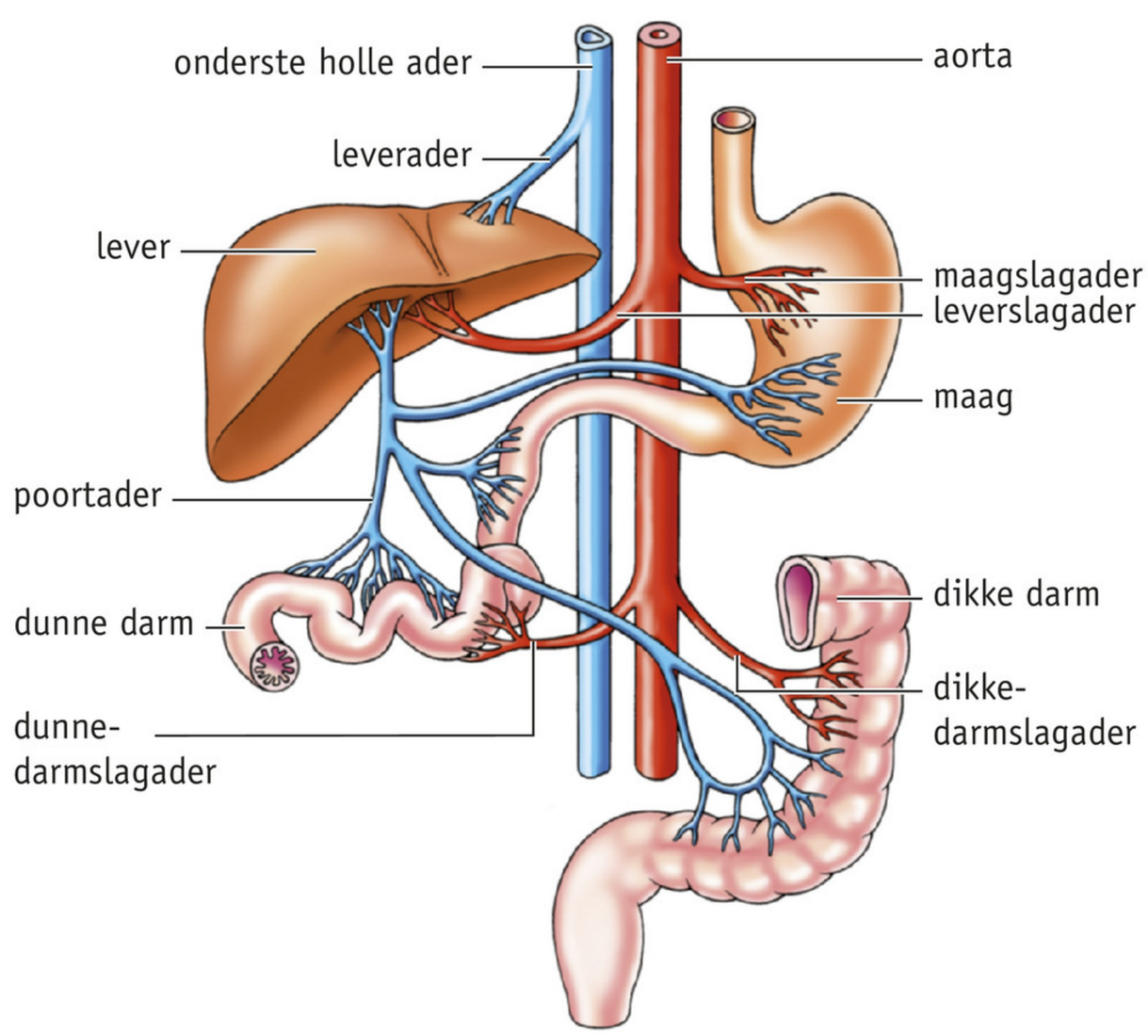
De bloedafvoer uit de wand van het darmkanaal vormt een uitzondering. Het bloed uit een groot deel van het darmkanaal gaat via de **poortader** naar de lever (zie afbeelding 30). Dit bloed is zuurstofarm: in het darmkanaal is zuurstof verbruikt voor de verbranding. De lever ontvangt zuurstofrijk bloed via de **leverslagader**. Het bloed stroomt uit de lever weg via de **leverader**.
In thema 2 Voeding en vertering heb je geleerd dat in de dunne darm voedingsstoffen worden opgenomen in het bloed. De samenstelling van het bloed in de poortader kan hierdoor sterk wisselen. Na een maaltijd bevat het bloed in de poortader veel voedingsstoffen.

WB OPDRACHT 17 T/M 20 BLZ. 105

▶ **Afb. 29** Het bloedvatenstelsel (schematisch).

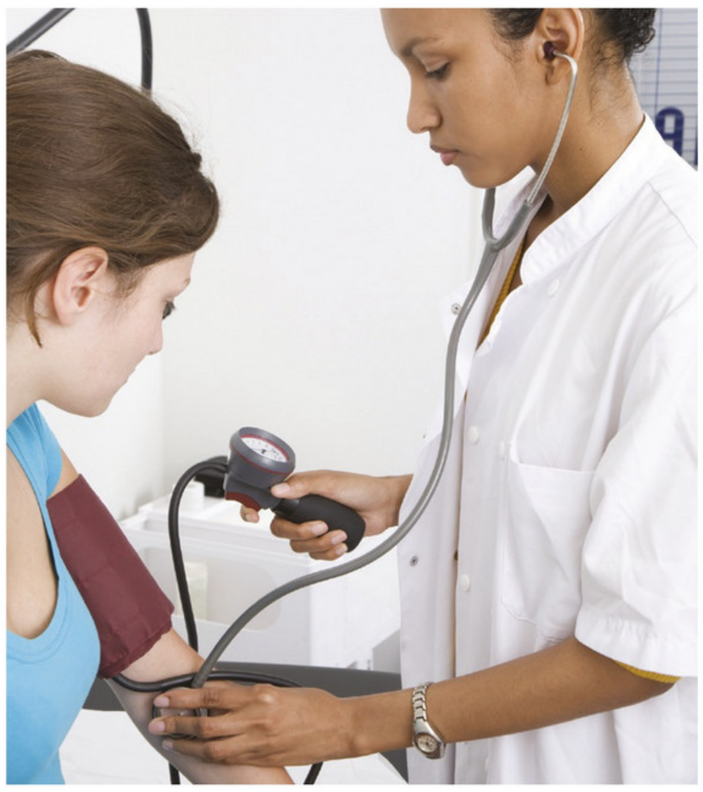


▼ **Afb. 30** De poortader met vertakkingen (schematisch).



5 Hart- en vaatziekten

▼ **Afb. 31** Een bloeddrukmeting.



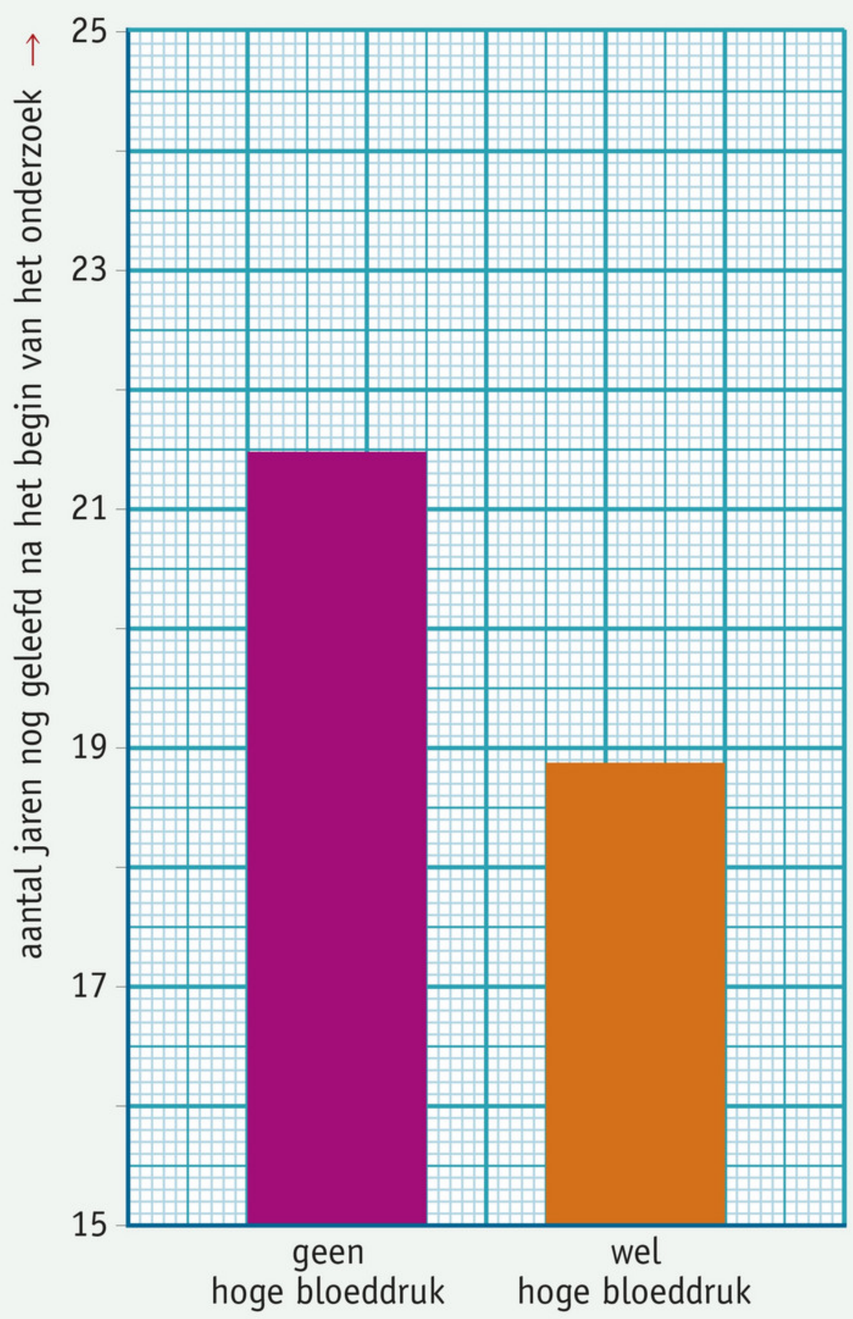
Hart- en vaatziekten is de verzamelnaam van ziekten aan hart en bloedvaten. Het is een van de belangrijkste doodsoorzaken in Nederland. Veel van de hart- en vaatziekten worden veroorzaakt door hoge bloeddruk en slagaderverkalking.

HOGE BLOEDDRUK

Bloeddruk is de druk die op de slagaders komt te staan, als het bloed wordt rondgepompt. De bloeddruk wordt gemeten met een bloeddrukmeter (zie afbeelding 31). Sommige mensen hebben last van hun bloeddruk. Een te **lage bloeddruk** komt niet vaak voor. Het is meestal een vrij onschuldige aandoening. Mensen met lage bloeddruk hebben wat vaker last van hoofdpijn. Ook klagen ze over duizeligheid, vooral direct na het opstaan uit een liggende of zittende houding.
Een te **hoge bloeddruk** komt vaker voor. Uit onderzoek blijkt dat een hoge bloeddruk de levensverwachting beïnvloedt (zie afbeelding 32). Langdurig hoge bloeddruk beschadigt de wanden van de slagaders. Dit bevordert slagaderverkalking.

▼ **Afb. 32**

Onderzoek naar de bloeddruk



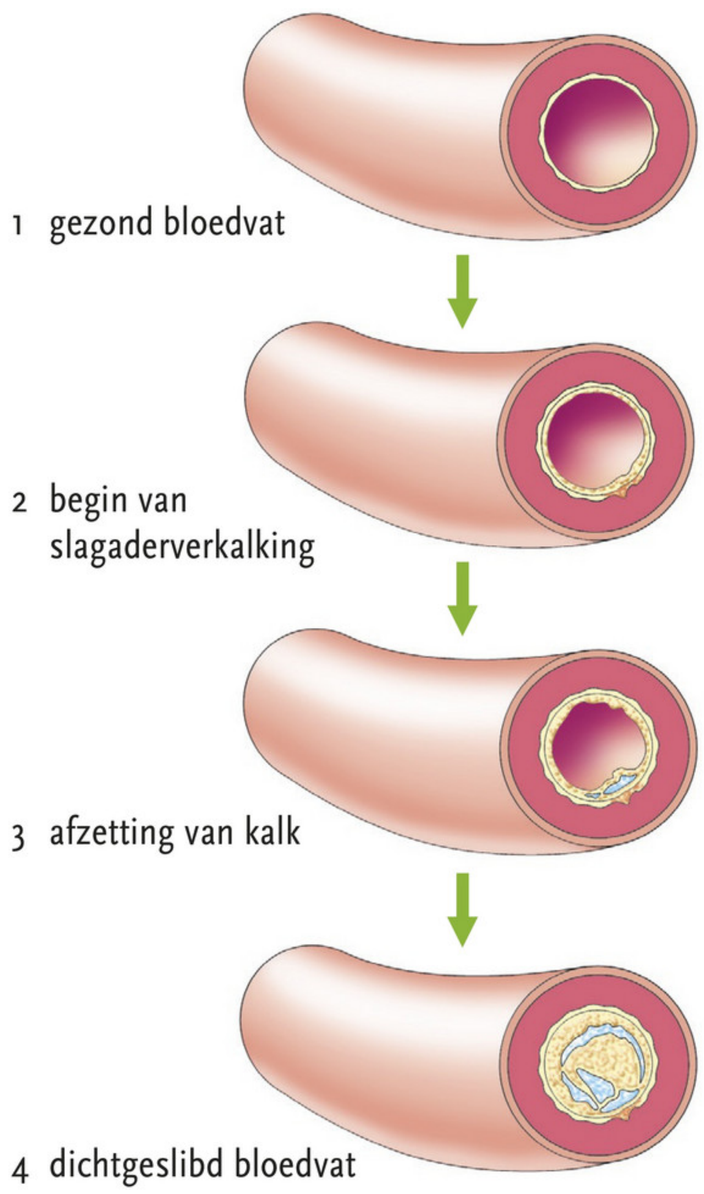
1 invloed van hoge bloeddruk op de levensverwachting

Onderzoek naar de bloeddruk wordt veel uitgevoerd. Dit onderzoek is eenvoudig en snel uit te voeren. Een arts meet de bloeddruk meestal bij een armslagader. Er wordt zowel de bovendruk als de onderdruk gemeten. De bovendruk (systolische druk) is de bloeddruk in de slagaders die optreedt als de linkerkamer bloed in de aorta heeft geperst. De onderdruk (diastolische druk) is de bloeddruk in de slagaders tussen twee slagen in. Uit onderzoek blijkt dat een hoge bloeddruk de levensverwachting beïnvloedt. Amerikaanse onderzoekers maten de bloeddruk van een groep van 2239 mannen van 56 tot 68 jaar en volgden hen tot aan hun dood. In de grafiek is te zien hoe lang mannen met en mannen zonder hoge bloeddruk gemiddeld nog leefden.

	Bovendruk	Onderdruk
Lage bloeddruk	< 90	< 60
Optimale bloeddruk	circa 120	circa 80
Gezonde bloeddruk	< 140	< 90
Hoge bloeddruk	140–160	90–100
Zeer hoge bloeddruk	> 160	> 100

2 lage, optimale, gezonde of hoge bloeddruk

▼ **Afb. 33** Slagaderverkalking.



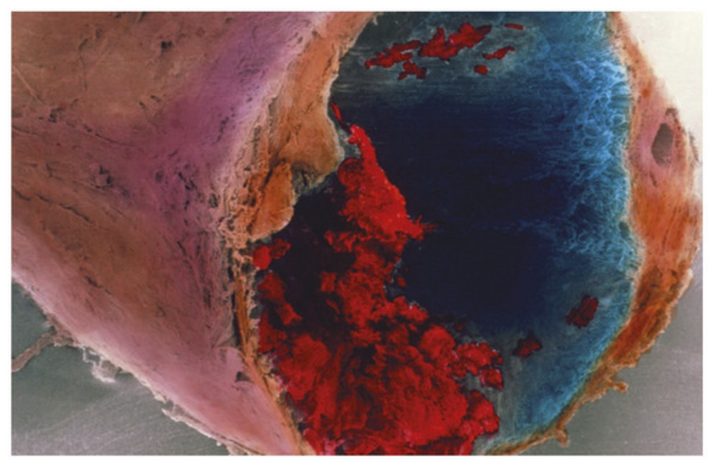
SLAGADERVERKALKING

Bij gezonde bloedvaten kan het bloed er goed doorheen stromen. Vetachtige stoffen, zoals **cholesterol** uit het bloed, kunnen aan een bloedvatwand kleven. Vooral wanneer de bloedvatwand is beschadigd door bijvoorbeeld hoge bloeddruk. Er ontstaat hierdoor een brijachtige laag waarop zich ook kalk afzet. We spreken dan van **slagaderverkalking** of **atherosclerose** (zie afbeelding 33). Door de kalkafzetting worden bloedvaten stijver, minder elastisch, steeds nauwer en kunnen zelfs verstopt raken. Het gevolg hiervan is dat er te weinig of geen bloed naar de organen of weefsels gaat. Door de verminderde toevoer van zuurstof en voedingsstoffen werken de organen en weefsels slechter of zelfs helemaal niet meer.
Door het nauwer en minder elastisch worden van de bloedvaten, stijgt de bloeddruk. Het hart moet dan grotere kracht leveren om het bloed door de vernauwde bloedvaten te pompen (zie afbeelding 34). Het hart kan daardoor overbelast raken. Door slagaderverkalking in een kransslagader kan een hartinfarct ontstaan.

HARTINFARCT EN HERSENINFARCT

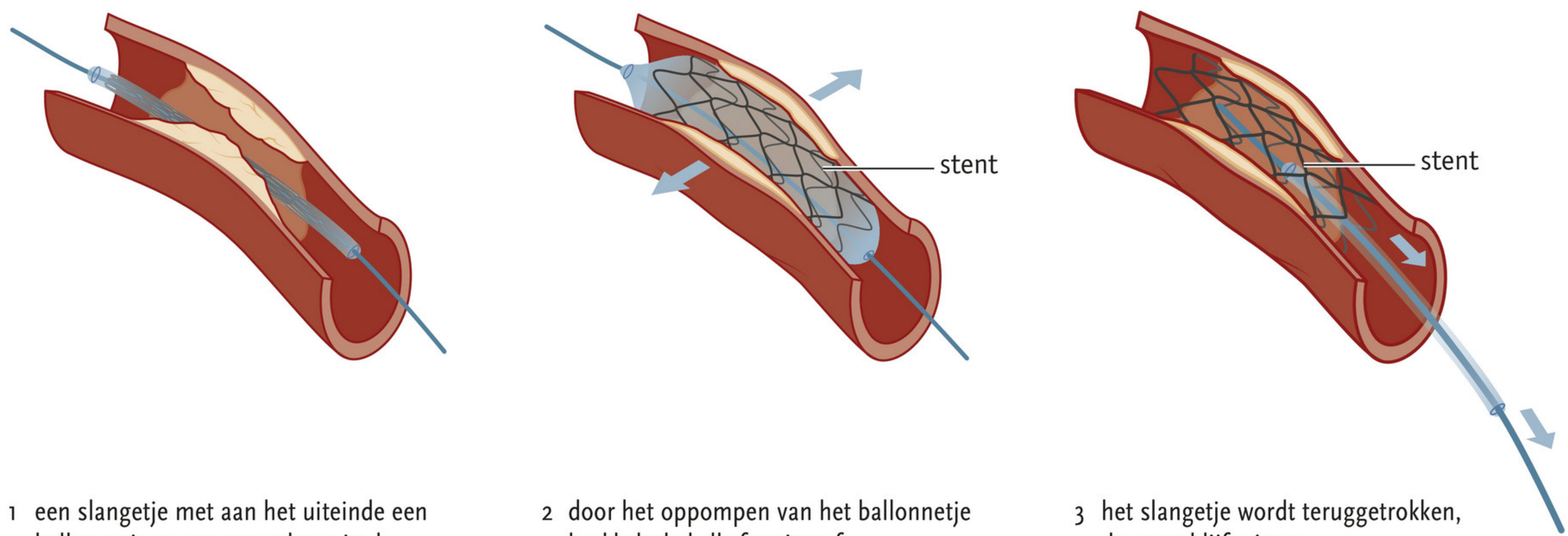
Als een deel van de hartspier door slagaderverkalking geen zuurstof en voedingsstoffen meer krijgt, kan dit deel afsterven. We noemen dat een **hartinfarct** (**hartaanval**).
Als het afgestorven deel groot is, is een hartinfarct meestal dodelijk. Maar de meeste hartpatiënten krijgen niet meteen een ernstig hartinfarct. Ze krijgen vaak eerst een 'waarschuwing', die ook wel **angina pectoris** wordt genoemd. Raakt een kleine aftakking van de kransslagader verstopt, dan kan meestal een andere aftakking de taak overnemen.

▼ **Afb. 34** Vernauwing van een bloedvat.



Als een kransslagader sterk is vernauwd, kan deze worden **gedotterd**. Bij een dotterbehandeling wordt via een sneetje in de lies een vernauwing in een kransslagader opgerekt met een soort ballonnetje (zie afbeelding 35). Ook kan er een stent worden geplaatst. Een **stent** is een soort gaasbuisje van metaaldraad dat de vernauwde kransslagader oprekt en openhoudt waardoor het bloed er weer goed doorheen kan stromen.

▼ **Afb. 35** Een dotterbehandeling met stent.



1 een slangetje met aan het uiteinde een ballonnetje en stent wordt tot in de kransslagader geschoven

2 door het oppompen van het ballonnetje brokkelt de kalkafzetting af

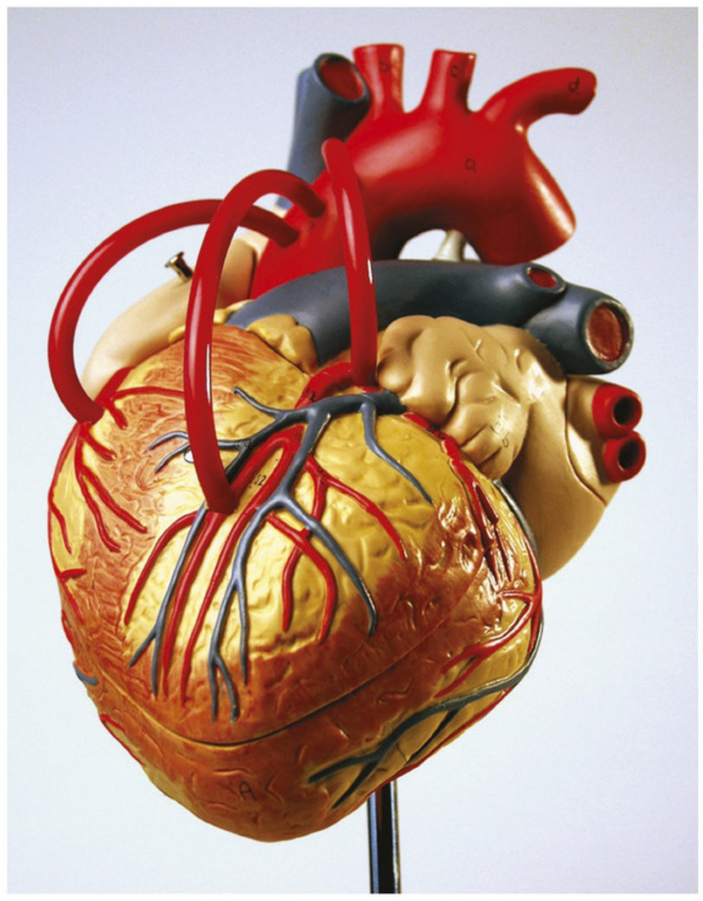
3 het slangetje wordt teruggetrokken, de stent blijft zitten

Bij een **bypassoperatie** wordt een omweg aangelegd om het vernauwde deel van het bloedvat heen (zie afbeelding 36). Hiervoor wordt meestal een stukje bloedvat uit een been gebruikt. In afbeelding 37 zie je een hartmodel met bypasses. Een cardioloog beslist of een bypassoperatie moet worden uitgevoerd (zie afbeelding 38).

Bij een **herseninfarct** is een bloedvat in de hersenen door slagaderverkalking of een bloedstolsel afgesloten. Het hersenweefsel achter de afsluiting krijgt daardoor geen zuurstof en voeding meer.

▼ **Afb. 36** Bypassoperatie.

▼ **Afb. 37** Hartmodel met bypasses.



▼ **Afb. 38**

Cardioloog

Hallo, ik ben Marije. Ik werk als cardioloog in een ziekenhuis en behandel patiënten met hartklachten. Na mijn studie geneeskunde van ruim zes jaar werd ik basisarts. Daarna heb ik nog zes jaar de opleiding cardiologie gevolgd. Voordat ik mensen mocht behandelen, moest ik eerst uitgebreid trainen op oefenpoppen. Door middel van onderzoeken stel ik nu zo snel mogelijk een diagnose en vervolgens een behandelplan op. Patiënten met een hartinfarct kun je bijvoorbeeld dotteren met of zonder stent. Als er een bypassoperatie nodig is, overleg ik met de hartchirurg die de patiënt dan opereert. Een bekende uitspraak in ons vak is: 'Time is muscle' (tijd is spieren). Bijna elke seconde dat je later beslist, gaat er hartspierweefsel verloren. Het is dus belangrijk zo snel mogelijk te beslissen wat de beste behandeling is voor de patiënt. Je staat dus regelmatig onder grote tijdsdruk.

HART- EN VAATZIEKTEN VOORKOMEN

Bij de kans op hart- en vaatziekten spelen erfelijke factoren een rol. Sommige mensen hebben bijvoorbeeld door erfelijke factoren een te hoog cholesterolgehalte. Aan deze oorzaak kun je niets doen. Wel kunnen deze personen medicijnen nemen om het cholesterolgehalte omlaag te brengen.
Het allerbelangrijkste middel om hart- en vaatziekten te voorkomen, is een gezonde leefstijl. In afbeelding 39 staan adviezen voor een gezonde leefstijl.

WB OPDRACHT 21 T/M 23 BLZ. 108

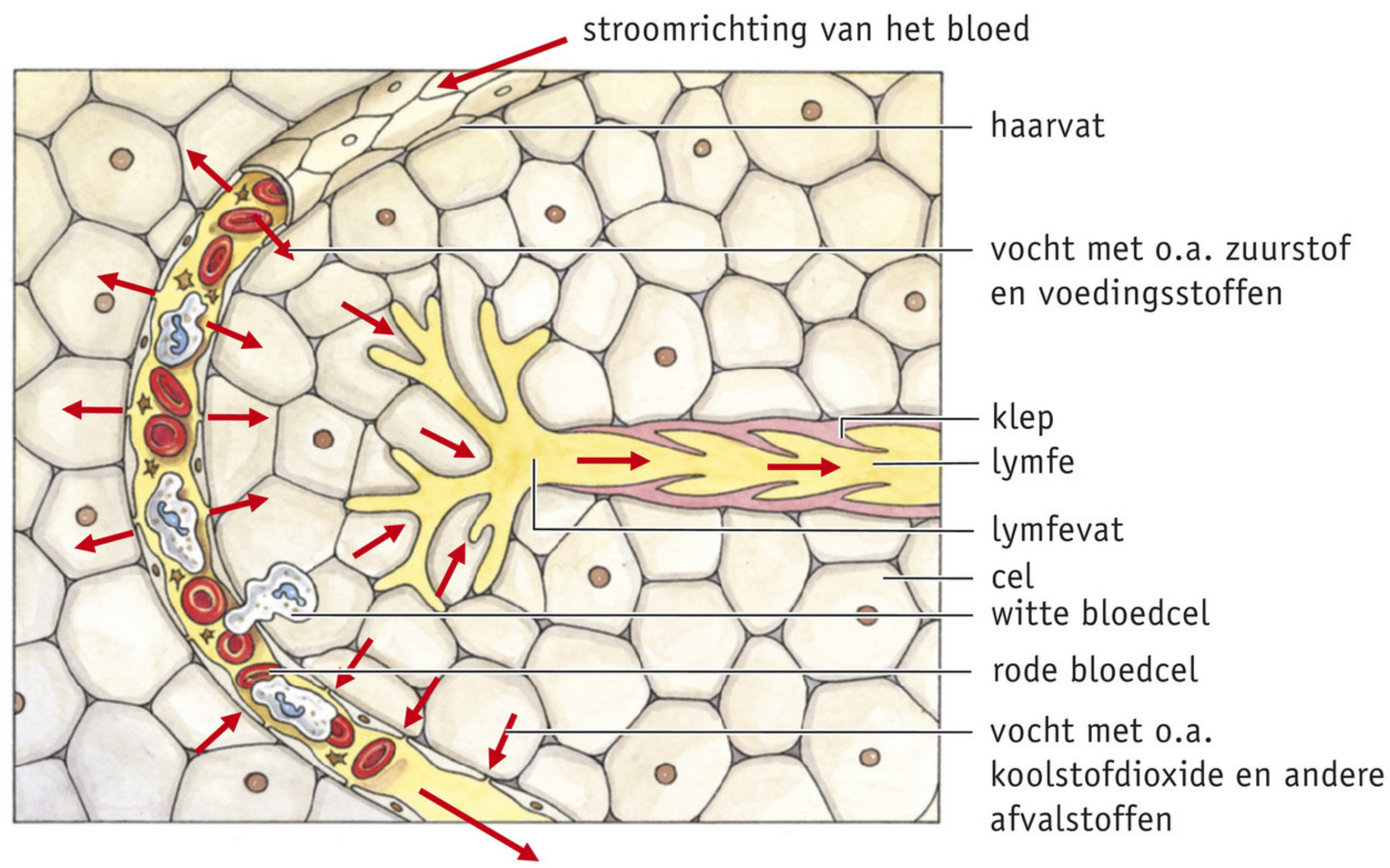
▼ **Afb. 39**

ADVIEZEN VOOR EEN GEZONDE LEEFSTIJL

1. Niet roken is heel belangrijk voor hart en bloedvaten.
2. Volwassenen: drink niet meer dan twee glazen alcohol per dag.
   Jongeren: drink geen alcohol tot je 18e (of beter nog: tot je 24e).
3. Eet gezond en gevarieerd: voldoende vitaminen, mineralen en vezels en weinig verzadigd vet. Gebruik weinig zout.
4. Zorg voor regelmatige lichaamsbeweging (minimaal een halfuur per dag).
5. Zorg voor een gezond lichaamsgewicht.

6 Weefselvloeistof en lymfe

Door de bloeddruk wordt bij het begin van de haarvaten vocht door de wand van de haarvaten naar buiten geperst. In dit vocht zijn onder andere zuurstof en voedingsstoffen opgelost. Het vocht dat zich buiten de haarvaten bevindt, wordt **weefselvloeistof** genoemd. Weefselvloeistof bevindt zich tussen de cellen van de organen. Weefselvloeistof bevat ook koolstofdioxide en andere afvalstoffen uit de cellen. Weefselvloeistof wordt voor een groot deel weer opgenomen in de haarvaten (zie afbeelding 40).



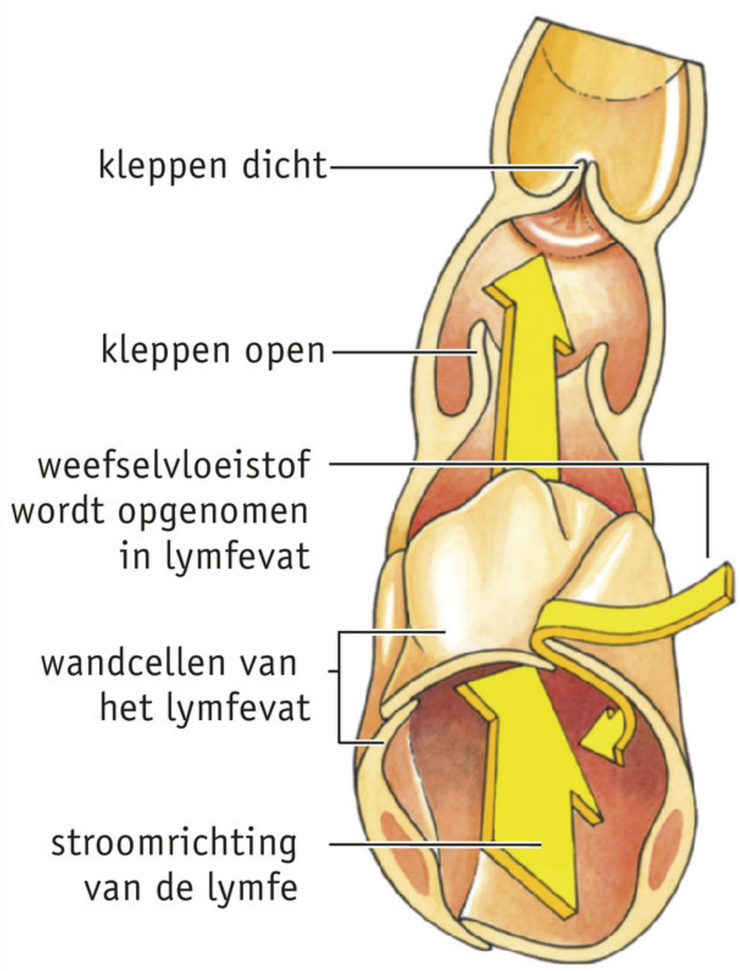
▶ **Afb. 40** Deel van een orgaan met een haarvat, cellen en een lymfevat (schematisch).

LYMFE EN LYMFEVATEN

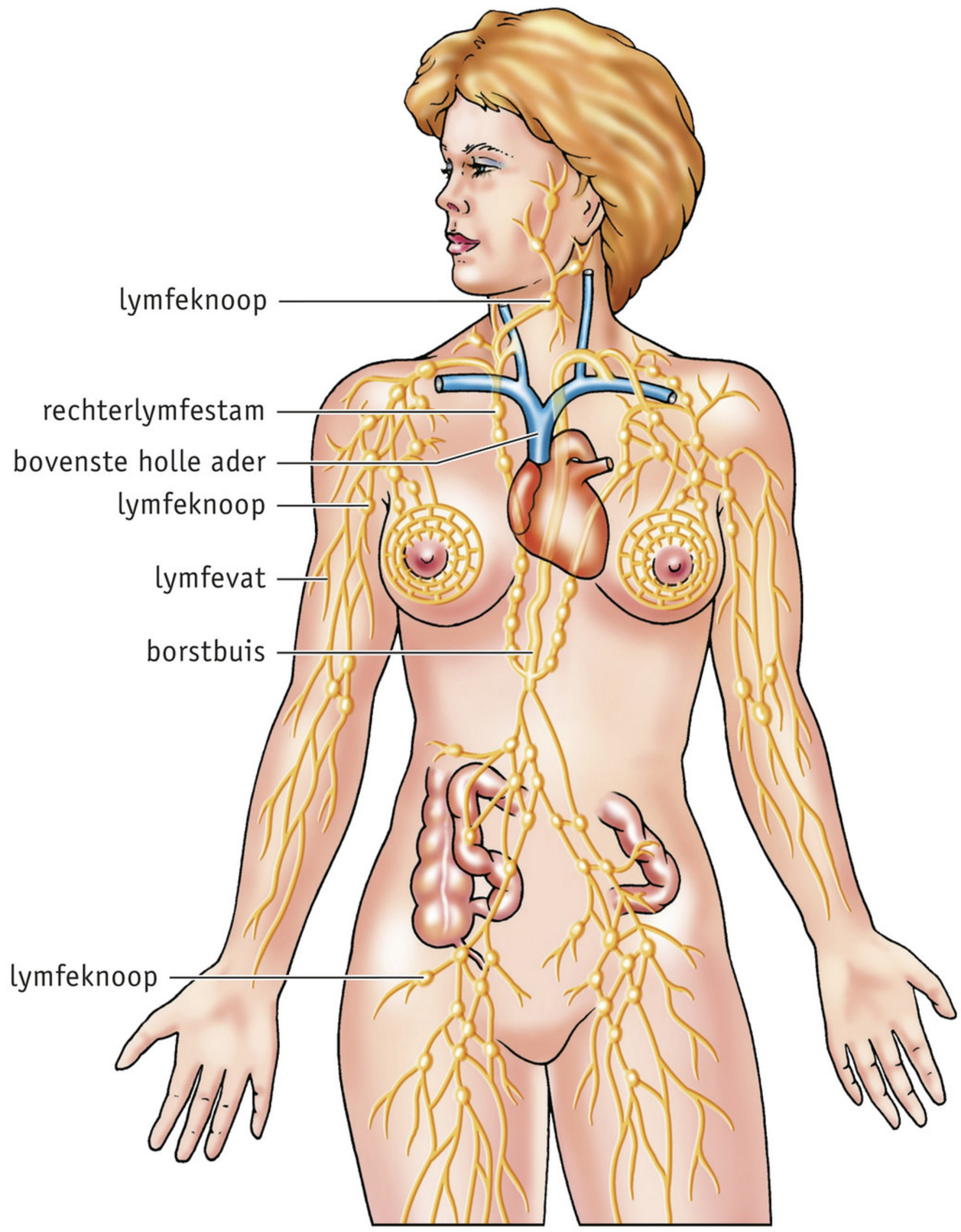
Weefselvloeistof die niet is opgenomen door de haarvaten, komt terecht in fijne **lymfevaten** (zie afbeelding 41). De wand van een lymfevat is opgebouwd uit een laag dekweefselcellen, met tussen de cellen iets grotere openingen dan in de haarvatwanden. De vloeistof in de lymfevaten wordt **lymfe** genoemd. Lymfe bestaat uit water met opgeloste stoffen en witte bloedcellen. Door de lymfe worden onder andere koolstofdioxide en andere afvalstoffen vervoerd. Bovendien bevat lymfe een deel van de zuurstof en voedingsstoffen die niet door de cellen zijn opgenomen.
De lymfevaten voeren de lymfe weg van de cellen in de organen. De stroming van de lymfe ontstaat door samentrekkingen van de spieren. Kleppen in de lymfevaten zorgen ervoor dat de lymfe maar in één richting stroomt.

Verschillende fijne lymfevaten verenigen zich tot grotere lymfevaten. Alle lymfevaten samen vormen het **lymfevatenstelsel** (zie afbeelding 42). Uiteindelijk komt alle lymfe terecht in de **rechterlymfestam** en de **borstbuis**. Deze monden beide uit in aders die onder de sleutelbeenderen liggen. Via deze aders komt de lymfe in de bovenste holle ader terecht.

▼ **Afb. 41** Lymfevat (schematisch).



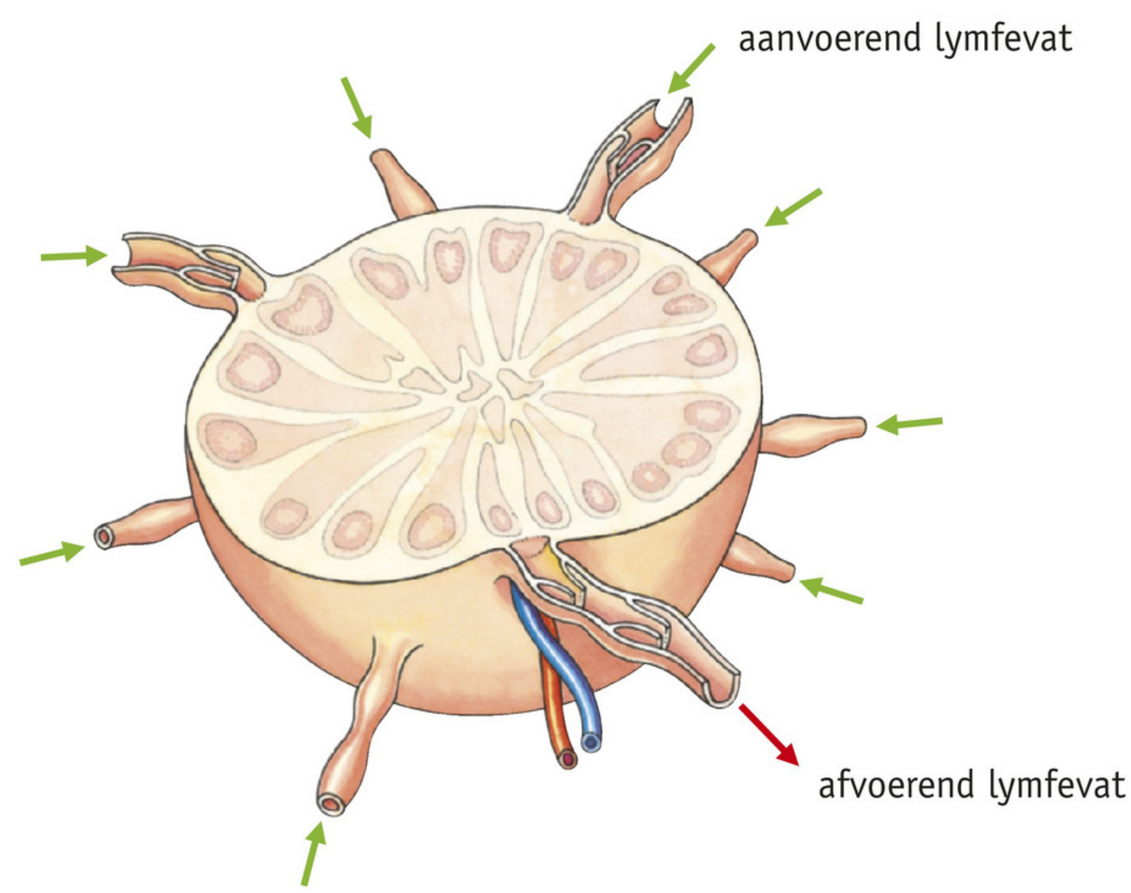
▶ **Afb. 42** Het lymfevatenstelsel (schematisch).



Op bepaalde plaatsen in het lichaam liggen **lymfeknopen** (**lymfeklieren**), onder andere in de hals, in de oksels en in de liezen (zie afbeelding 43). Deze lymfeknopen zuiveren de lymfe van onder andere ziekteverwekkers.

WB OPDRACHT 24 BLZ. 111

▶ **Afb. 43** Een lymfeknoop (doorgesneden, schematisch).



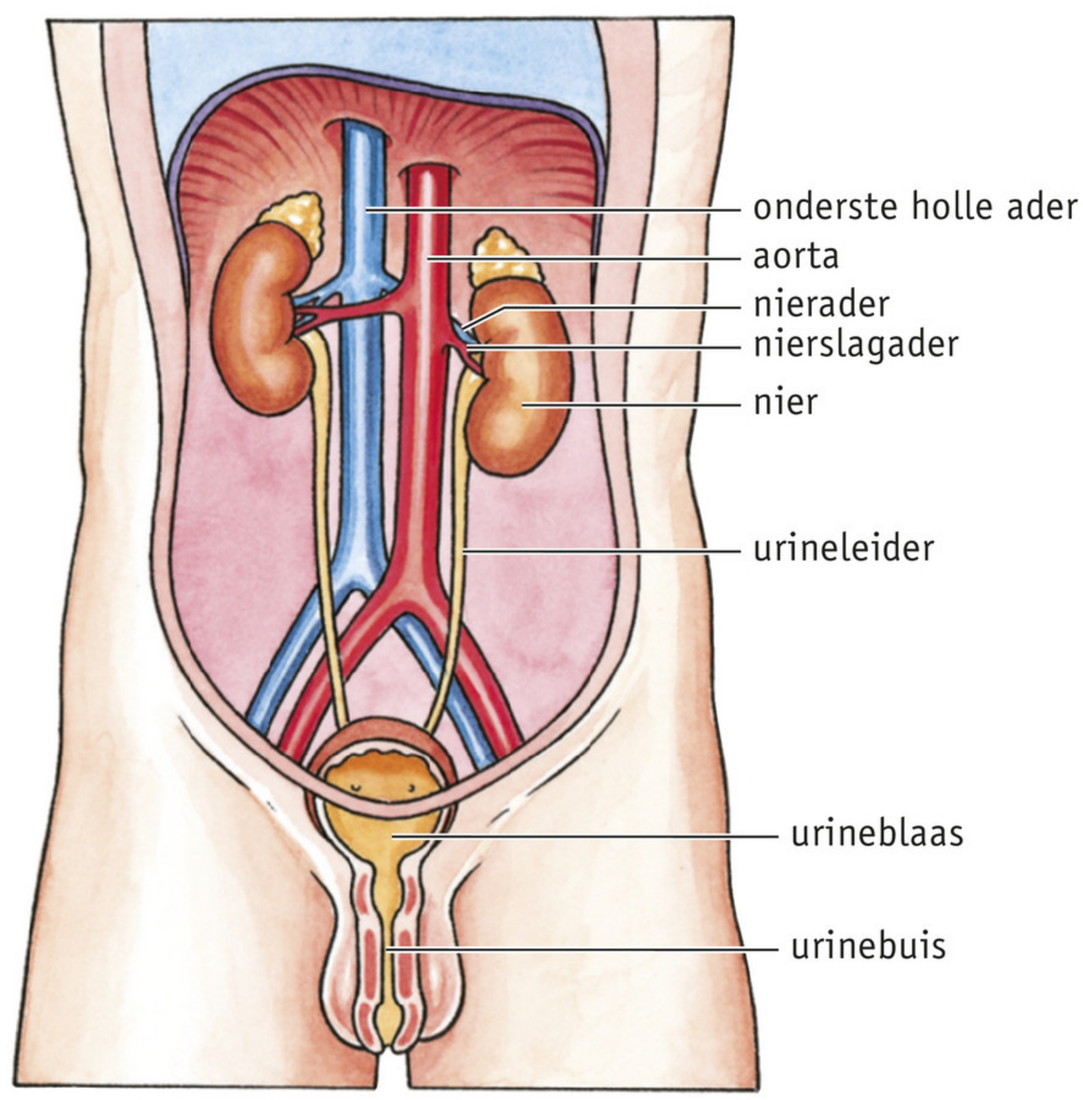
7 Uitscheiding

Uitscheiding vindt plaats in speciale organen. In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat koolstofdioxide door de longen wordt uitgescheiden. De meeste andere afvalstoffen worden door de nieren uitgescheiden.

NIEREN EN URINEWEGEN

De **nieren** liggen in de buikholte links en rechts van de wervelkolom, vlak onder het middenrif (zie afbeelding 44). Door de **nierslagaders** stroomt zuurstofrijk bloed naar de nieren. Dit bloed bevat afvalstoffen van veel organen. De nieren halen deze afvalstoffen uit het bloed. Door de **nieraders** stroomt het gezuiverde bloed weg uit de nieren.

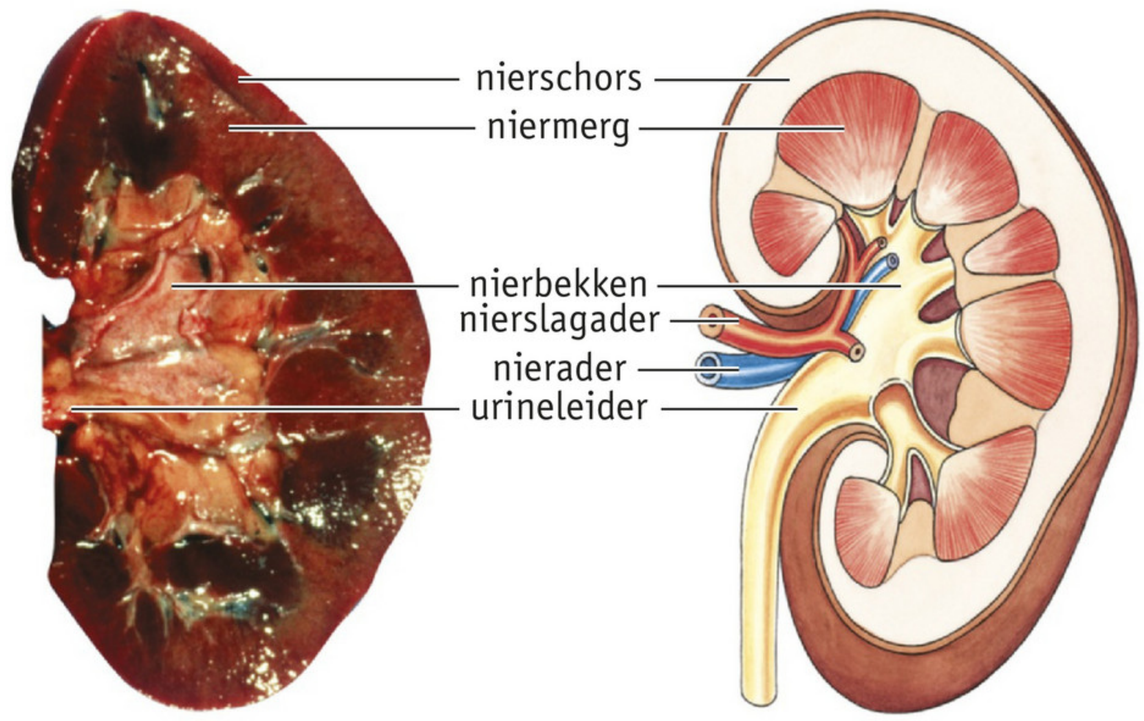
▶ **Afb. 44** De nieren en de urinewegen (schematisch).



▶ **Afb. 45** Nier van een mens.

Een nier bestaat uit **nierschors**, **niermerg** en **nierbekken** (zie afbeelding 45 en 46). Nierschors en niermerg verwijderen niet alleen afvalstoffen uit het bloed, maar ook overtollig water, overtollige zouten en allerlei schadelijke stoffen. De verwijderde stoffen samen heten **urine**.

▶ **Afb. 46** Lengtedoorsnede van een nier.

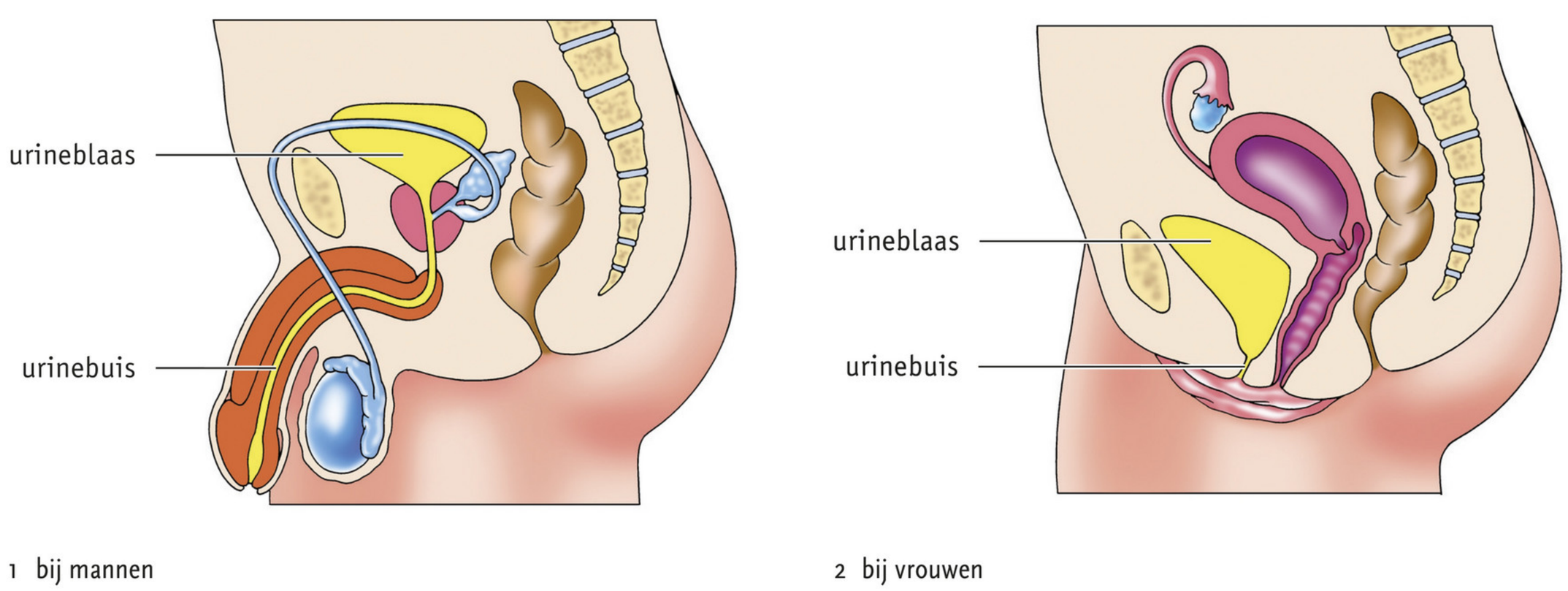


1 foto 2 schematische tekening

In de nierbekkens wordt urine verzameld. Via de **urineleiders** wordt de urine afgevoerd naar de **urineblaas** (zie afbeelding 47). In de urineblaas wordt urine tijdelijk opgeslagen, zodat je niet voortdurend hoeft te plassen. Van tijd tot tijd wordt de urine uit de urineblaas afgevoerd via de **urinebuis**.

WB OPDRACHT 25 T/M 28 BLZ. 113

▼ **Afb. 47** Ligging van de urineblaas en urinebuis (schematisch).

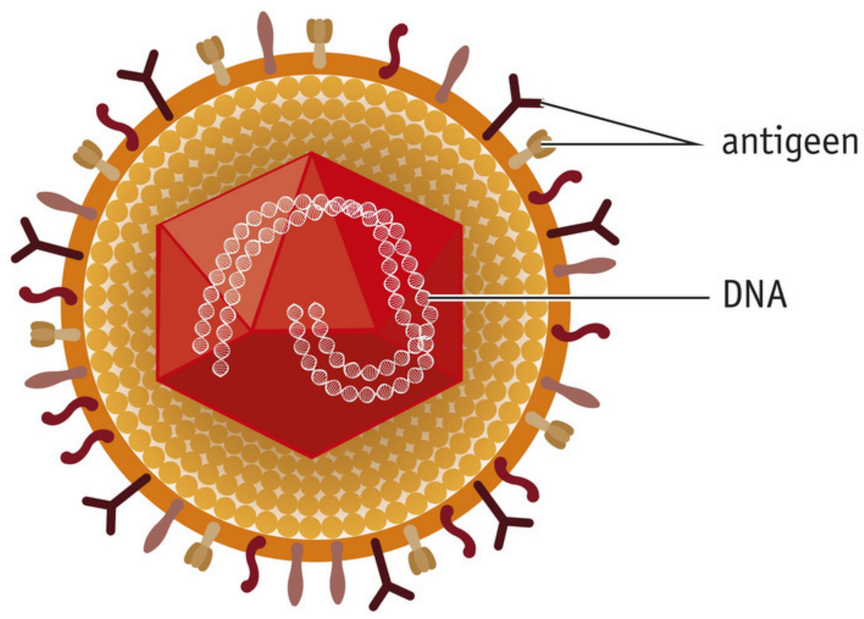


1 bij mannen 2 bij vrouwen

8 Immuunsysteem

Stoffen die niet in je lichaam thuishoren, noemen we **lichaamsvreemde stoffen** of **antigenen**. Als zulke stoffen je lichaam binnenkomen, stelt het **immuunsysteem** zich daartegen teweer. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren bij infecties en bloedtransfusies.
Bij een **infectie** dringen ziekteverwekkers met antigenen je lichaam binnen. Ziekteverwekkers zijn meestal bacteriën of virussen (zie afbeelding 48). **Virussen** bestaan niet uit cellen en worden niet tot de levende wezens gerekend.

▼ **Afb. 48**



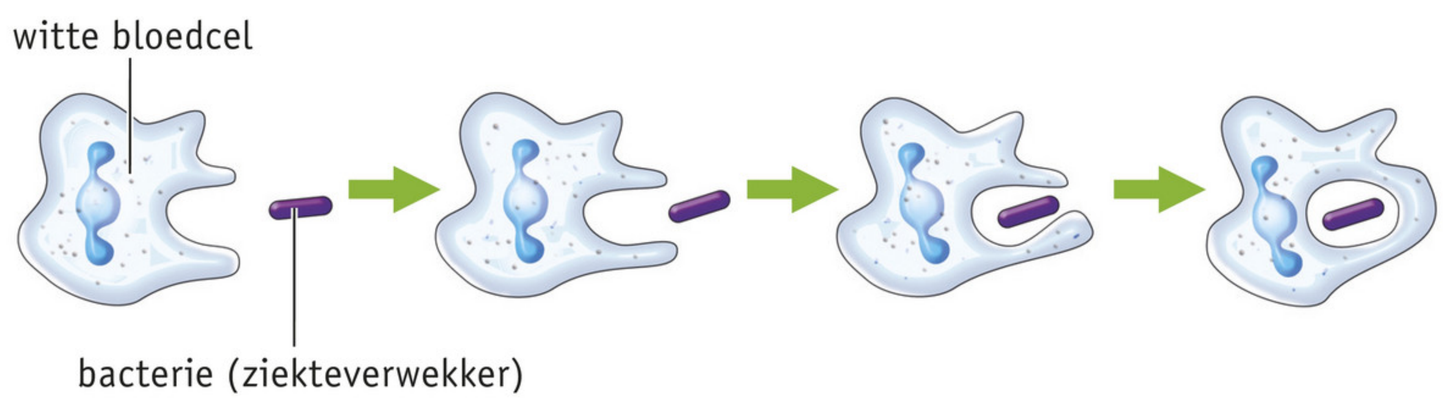
1 virus met antigenen

2 een koortslip wordt veroorzaakt door een virus

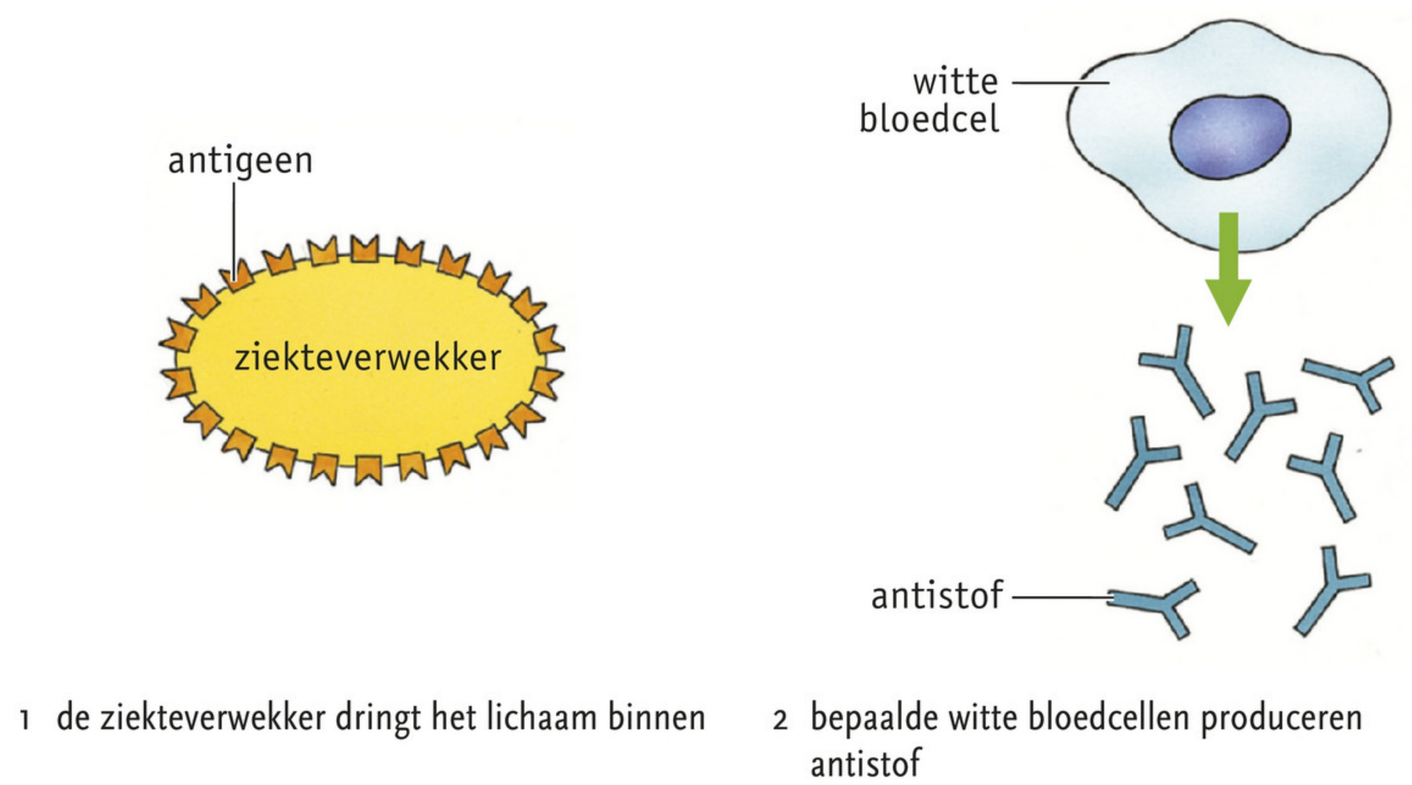
ANTISTOFFEN

Je hebt in basisstof 1 geleerd dat bepaalde witte bloedcellen ziekteverwekkers onschadelijk maken door ze in te sluiten (zie afbeelding 49). Een ander type witte bloedcellen reageert op ziekteverwekkers door **antistoffen** te maken. Als een ziekteverwekker je lichaam is binnengedrongen, wordt deze door je immuunsysteem herkend als lichaamsvreemde stof (antigeen). Witte bloedcellen gaan dan antistof maken. De antistof hecht zich aan de antigenen van de ziekteverwekker. Hierdoor wordt de ziekteverwekker onschadelijk gemaakt (zie afbeelding 50). Verschillende ziekteverwekkers bevatten verschillende lichaamsvreemde stoffen. Eén type antistof kan zich maar aan één type lichaamsvreemde stof hechten. Je lichaam moet dus veel verschillende antistoffen maken.

▶ **Afb. 49** Witte bloedcel die een bacterie onschadelijk maakt (schematisch).



▶ **Afb. 50** De vorming van antistof tegen een ziekteverwekker (schematisch).



1 de ziekteverwekker dringt het lichaam binnen

2 bepaalde witte bloedcellen produceren antistof

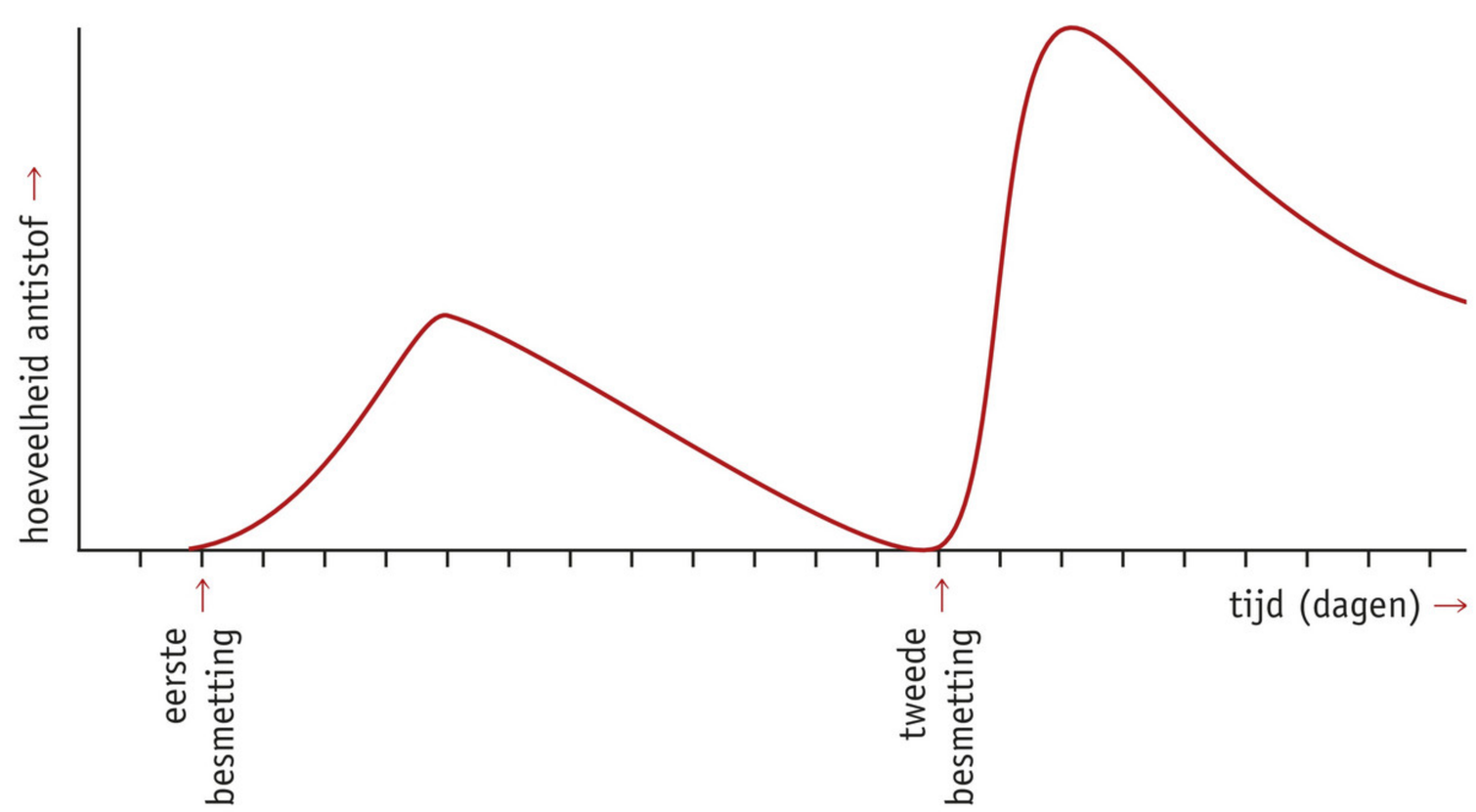
3 de antistof hecht zich aan de antigenen op het oppervlak van de ziekteverwekker

4 de ziekteverwekker is met antistof bedekt en daardoor onschadelijk gemaakt

NATUURLIJKE IMMUNITEIT

Als je een infectie oploopt, duurt het een tijdje voor de witte bloedcellen voldoende antistof tegen de ziekteverwekker hebben gemaakt (zie afbeelding 51). Daardoor word je bij een infectie vaak eerst ziek. Als er voldoende antistof is gemaakt, word je weer beter.

▶ **Afb. 51** De hoeveelheid antistof in het bloed na twee besmettingen met dezelfde ziekteverwekker.



▼ **Afb. 52** Kind met waterpokken.

Als je lichaam een bepaald type antistof heeft gemaakt, blijft deze antistof vaak nog een tijdje aanwezig in het bloed. Bovendien 'onthouden' de witte bloedcellen hoe deze antistof moet worden gemaakt. Word je dan later nog eens met dezelfde soort ziekteverwekker besmet, dan kan de antistof vrijwel onmiddellijk worden gemaakt (zie afbeelding 51). Je bloed kan dan in korte tijd een grote hoeveelheid antistof bevatten. Hierdoor word je dan niet ziek. We zeggen dan dat je **immuun** bent geworden voor deze ziekte.

Veel kinderen krijgen in hun kleutertijd waterpokken (zie afbeelding 52). Ze worden dan ziek en maken antistof tegen de ziekteverwekker. Hierdoor krijgen ze een blijvende **immuniteit** tegen waterpokken. Omdat deze kinderen de ziekte zelf hebben ondergaan, noemen we dit **natuurlijke immuniteit**.

▼ **Afb. 53** Een meisje wordt gevaccineerd.

KUNSTMATIGE IMMUNITEIT

Immuniteit kan ook kunstmatig worden opgewekt. Dit gebeurt als je wordt ingeënt tegen ziekten, bijvoorbeeld tegen mazelen. De **inenting** wordt ook wel **vaccinatie** genoemd (zie afbeelding 53).
Bij vaccinatie spuit men een **vaccin** in. Een vaccin bevat een **dode ziekteverwekker** of **verzwakte ziekteverwekker**. Bepaalde witte bloedcellen maken antistof tegen de lichaamsvreemde stof van de ziekteverwekker. Doordat de ziekteverwekker is verzwakt of gedood, voel je je hoogstens korte tijd een beetje ziek. Als je later wordt geïnfecteerd door de ziekteverwekker, kunnen de witte bloedcellen vrijwel onmiddellijk antistof maken. Je bent immuun geworden en wordt niet ziek. We noemen dit **kunstmatige immuniteit**.

In ons land worden vrijwel alle kinderen gevaccineerd tegen een aantal infectieziekten (zie afbeelding 54). Na het invoeren van vaccinaties zijn veel van deze ziekten helemaal of bijna helemaal verdwenen uit Nederland.
Je kunt ook een vaccin krijgen als je op reis gaat naar een land waar de kans op besmetting voor infectieziekten groot is.

WB OPDRACHT 29 T/M 31 BLZ. 115

▶ **Afb. 54** Vaccinatieschema

	Fase 1					Fase 2	Fase 3	Fase 4
	6-9 weken	3 maanden	4 maanden	11 maanden	14 maanden	4 jaar	9 jaar	12 jaar
Prik 1	DKTP Hib HepB	DKTP Hib HepB	DKTP Hib HepB	DKTP Hib HepB	BMR	DKTP	DTP	HPV (2 x 1 prik)
Prik 2	Pneu		Pneu	Pneu	MenC		BMR	

Legenda:
D = difterie
K = kinkhoest
T = tetanus
P = polio
Hib = haemophilus influenzae type b
HepB = hepatitis B
Pneu = pneumokokken
B = bof
M = mazelen
R = rodehond
MenC = meningokokken C
HPV = humaan papillomavirus (veroorzaker van baarmoederhalskanker)

9 Alcohol en drugs

Alcohol en drugs komen na gebruik via het bloed op vrijwel alle plaatsen in je lichaam terecht. Dat beïnvloedt allerlei organen zoals je lever, je zintuigen en je zenuwstelsel. Na afbraak door de lever worden de afbraakproducten van alcohol en drugs via de nieren in de urine uitgescheiden. Het gebruik van alcohol en drugs is met tests aan te tonen (zie afbeelding 55).

▼ **Afb. 55** Alcohol- en drugstests.

1 blaastest bij alcoholgebruik

2 speekseltest bij drugsgebruik

3 bloedonderzoek (de meest nauwkeurige test bij zowel alcohol- als drugsgebruik)

ALCOHOL

Zuivere alcohol (ethanol) is een heldere en kleurloze vloeistof, zonder smaak. Een alcoholhoudende drank bestaat uit alcohol, water en smaakstoffen. Matig alcoholgebruik is in het algemeen niet schadelijk voor de gezondheid. In grote hoeveelheden is alcohol echter wel schadelijk. Bij langdurig gebruik van grote hoeveelheden werkt alcohol verslavend.
Alcohol wordt vooral in het bloed opgenomen in de maag en in de dunne darm. De snelheid waarmee alcohol in het bloed wordt opgenomen, kan sterk verschillen. Bij het drinken op een lege maag komt alcohol vrijwel direct in het bloed. De invloed van de alcohol op je hersenen is dan snel merkbaar. Bij het drinken tijdens of na een maaltijd komt de alcohol veel geleidelijker in je bloed. Daardoor heb je er in eerste instantie minder last van.

EFFECTEN VAN ALCOHOL

In afbeelding 56 zijn de **kortetermijneffecten van alcohol** gegeven bij het aantal glazen alcohol dat je drinkt. Je ziet ook promillages staan. Eén **promille** alcohol betekent één milligram alcohol per milliliter bloed.
Als je blijft doordrinken, moet je soms overgeven. Uiteindelijk kun je zelfs bewusteloos of in coma raken. Je hebt dan een ernstige alcoholvergiftiging. De volgende ochtend heb je een grote kans op een **kater**. Je hebt dan hoofdpijn en erge dorst.

Er zijn ook **langetermijneffecten van alcohol**. In deel 1 heb je al geleerd dat alcohol bijvoorbeeld de ontwikkeling van de hersenen verstoort. Bij langdurig te veel alcohol drinken kunnen de lever, hersenen, maag en hart beschadigd raken en het geheugen kan geheel verdwijnen. Mensen die alcohol drinken, hebben minder goede school-, studie- en werkprestaties. Na een avond drinken functioneert het geheugen slechter en slaap je minder goed. Concentreren wordt daardoor moeilijker. Bij jongeren duurt het langer voordat de alcohol uit het lichaam is verdwenen dan bij volwassenen. Na een weekend stevig drinken hebben jongeren zeker twee dagen nodig voor herstel.

▼ Afb. 56

DE KORTETERMIJNEFFECTEN VAN ALCOHOL BIJ VOLWASSENEN

1–3 glazen: loskomen (0 tot 0,5 promille alcohol in het bloed)
De polsslag en ademhaling versnellen; bloedvaten verwijden zich; smaak, reuk en gezichtsvermogen gaan achteruit; pijngevoel vermindert.

3–7 glazen: aangeschoten (0,5 tot 1,5 promille alcohol in het bloed)
Zelfoverschatting; natuurlijke remmingen worden minder; geheugen, coördinatie van spieren en reactiesnelheid worden minder. Je krijgt meer moeite met het beoordelen van situaties.

7–15 glazen: dronken (1,5 tot 3 promille alcohol in het bloed)
Zelfkritiek verdwijnt; emoties worden sterker; gezicht wordt rood en zwelt op; pupillen worden groter; misselijkheid.

15–20 glazen: laveloos (3 tot 4 promille alcohol in het bloed)
Zintuigen raken verdoofd.

20–25+ glazen: knock-out (4 promille alcohol in het bloed en hoger)
Ademhaling en polsslag vertragen; kans op coma en dood door stoppen van de ademhaling of een hartstilstand.

Binge drinking is het in korte tijd drinken van veel alcohol waardoor het alcoholgehalte van het bloed in korte tijd tot 0,8 promille of hoger stijgt. Als een volwassen man bijvoorbeeld in twee uur zes glazen drinkt, bereikt hij dit promillage. Jongeren bereiken dit al bij veel minder drankjes. Binge drinking is zeer gevaarlijk voor de gezondheid. Door de plotselinge hoge concentratie alcohol kunnen onder andere veel organen en vooral de hersenen ernstig beschadigd raken. Finse onderzoekers toonden aan dat binge drinking invloed heeft op het krijgen van een herseninfarct (zie afbeelding 57).

▼ Afb. 57

ONDERZOEK	DE INVLOED VAN BINGE DRINKING OP HET KRIJGEN VAN EEN HERSENINFARCT		
Probleemstelling	Verhoogt binge drinking het krijgen van een herseninfarct?		
Experiment (observatie)	Een groep van 15 965 Finse personen (ongeveer evenveel mannen als vrouwen) wordt verdeeld in wel en niet regelmatige binge drinkers. Gedurende tien jaar wordt van beide groepen het aantal personen met een herseninfarct genoteerd.		
Resultaat		**Binge drinkers**	**Niet binge drinkers**
	Aantal proefpersonen	3558	12 407
	Aantal herseninfarcten	122	57
	Aantal mannen	2505	5510

Naar: Increased Stroke Risk Is Related to a Binge Drinking Habit (2008). I. Sundall en anderen, www.ahajournals.org.

BLOEDALCOHOLGEHALTE (BAG)

Alcohol wordt in de lever afgebroken. De alcohol in één glas bier bijvoorbeeld is in ongeveer anderhalf uur uit het bloed verwijderd. Het alcoholgehalte van het bloed wordt ook wel **bloedalcoholgehalte** (**BAG**) genoemd en wordt meestal weergegeven als promillage (‰). Het bloedalcoholgehalte (BAG) kun je berekenen met de volgende formule:

$$BAG = \frac{a \times 10}{g \times r} - (u - 0{,}5) \times (g \times 0{,}002)$$

Hierin is:
a = aantal glazen;
g = lichaamsgewicht;
r = bij mannen 0,7 en bij vrouwen 0,5;
u = aantal uren sinds het begin van het drinken van alcohol.

WB OPDRACHT 32 EN 33 BLZ. 119

DRUGS

Drugs is een verzamelnaam voor geneesmiddelen en genotsmiddelen die een verdovende, opwekkende of bewustzijnsveranderende werking hebben en die tot verslaving kunnen leiden (zie afbeelding 58). Alcohol kun je daarom ook een drug noemen. Mensen gebruiken drugs als een genotsmiddel of om zich even beter te voelen. Soms is het onderscheid naar de werking niet goed te maken. Xtc is bijvoorbeeld oppeppend maar verandert ook de waarneming.

▼ Afb. 58

▼ Afb. 59

Xtc-dode op megadanceparty

VENLO – Een 15-jarige scholiere is het afgelopen weekend overleden als gevolg van een overdosis xtc op een megadanceparty. Xtc is erg populair bij feestgangers maar is levensgevaarlijk. Nadat het meisje een pil had genomen, merkte ze na een tijdje weinig. Daarom nam ze nog maar wat pillen. Dat is haar uiteindelijk fataal geworden. Ze werd in coma en met 43 graden koorts naar een ziekenhuis vervoerd, waar ze zo'n vijf uur later overleed. De xtc-pillen waren ook nog vervuild met giftige stoffen. Er zaten tevens glassplinters in de pillen met de bedoeling om de maagwand op te ruwen zodat ze sneller zouden werken.

Bij het gebruik van drugs moet er steeds meer worden gebruikt om hetzelfde effect te krijgen. Dit wordt **gewenning** of **tolerantie** genoemd. Iemand is **verslaafd** als hij of zij geestelijk en/of lichamelijk afhankelijk is geworden van het middel.
Je bent geestelijk afhankelijk als je de drugs nodig hebt om je lekker te voelen of om tot rust te komen. Je bent lichamelijk afhankelijk als je lichaam niet meer goed functioneert zonder drugs. Als je stopt met de drugs, krijg je ontwenningsverschijnselen. Je voelt je dan bijvoorbeeld rillerig, ziek en koortsig.

In de Opiumwet zijn alle middelen opgenomen die door de overheid als drugs worden beschouwd. De Opiumwet kent harddrugs en softdrugs. Harddrugs zijn middelen die een onaanvaardbaar groot risico met zich meebrengen. Dat zijn bijvoorbeeld heroïne, cocaïne, amfetamine, paddo's en **xtc** (zie afbeelding 59). Softdrugs zijn middelen waarvan de risico's minder groot zijn. Voorbeelden hiervan zijn cannabis en slaap- en kalmeringsmiddelen. In de Opiumwet worden tabak en alcohol niet als drugs aangemerkt Deze middelen zijn maatschappelijk min of meer geaccepteerd, hoewel ze in schadelijkheid en risico's vaak vergelijkbaar zijn met harddrugs.

CANNABIS

Cannabisproducten zoals hasj en wiet zijn afkomstig van de hennepplant, de ***Cannabis sativa*** (zie afbeelding 60). De **werkzame stof** in cannabis is **THC** (delta-9-tetrahydrocannabinol). THC zit vooral in de vrouwelijke bloemtoppen van de hennepplant. Cannabis wordt gerookt (joint of in een pijp), gegeten (spacecake), gedronken (wietthee) of geïnhaleerd na verdampen.
Het gebruik van cannabis in het verkeer is strafbaar. Er mag maximaal 3,0 microgram THC in het bloed aanwezig zijn. Het komt erop neer dat iemand na het roken van één joint ongeveer drie uur niet in een auto, op een scooter of fiets mag.

▶ **Afb. 60** Jonge hennepplanten (*Cannabis sativa*).

EFFECTEN VAN CANNABIS

Kortetermijneffecten van cannabis zijn onder andere versnelde hartslag, bloeddrukverlaging, hoofdpijn, duizeligheid, slaperigheid, angst, en concentratie- en geheugenproblemen.
Langetermijneffecten van cannabis zijn onder andere verslaving, slapeloosheid, somberheid en concentratieproblemen. Ook kan het roken van cannabis schade aan luchtwegen veroorzaken en verhoogt het de kans op longkanker. Cannabis verhoogt ook de kans op een psychische stoornis zoals depressie, angstklachten of schizofrenie (psychische stoornis waarbij de werkelijkheid anders wordt waargenomen).

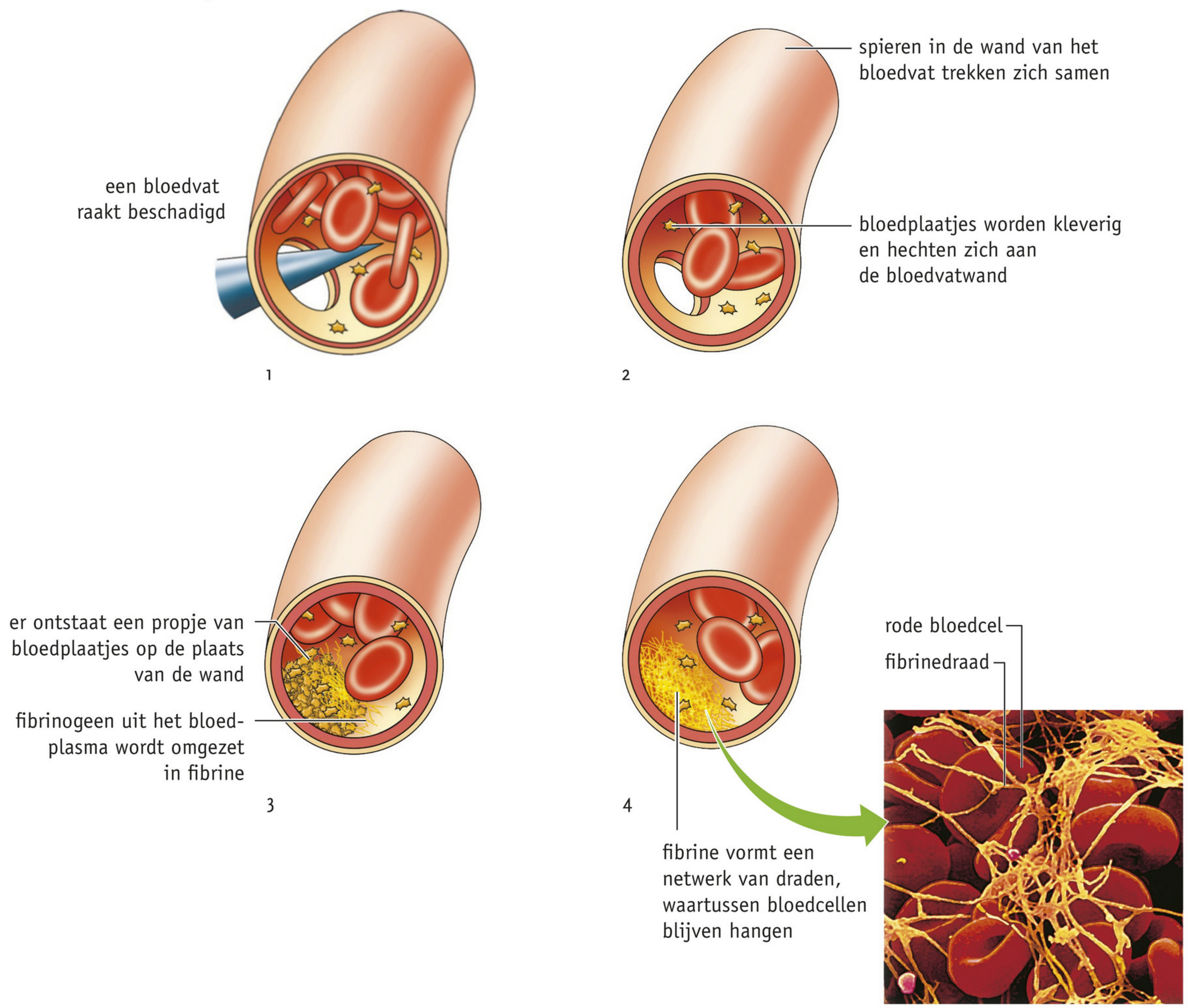
WB OPDRACHT 34 EN 35 BLZ. 120

10 Bloedstolling

In basisstof 1 heb je geleerd dat bloedplaatjes en het plasma-eiwit fibrinogeen een belangrijke rol spelen bij de bloedstolling. In afbeelding 61 is de bloedstolling gegeven. Bij de bloedstolling wordt fibrinogeen uit het bloedplasma omgezet in **fibrine**. Fibrine vormt een netwerk van draden op de wond waartussen bloedcellen blijven hangen. Als de fibrinedraden met de bloedcellen indrogen, ontstaat een korstje. Als de wond is genezen, laat het korstje los.
Bloederziekte (**hemofilie**) is een erfelijke ziekte waarbij een klein wondje al gevaarlijk is, omdat zo'n wondje zonder medische behandeling blijft doorbloeden. Ook ontstaan er vaak inwendige bloedingen (blauwe plekken) en gewrichtsbloedingen.

WB OPDRACHT 36 EN 37 BLZ. 123

▼ **Afb. 61** Bloedstolling.



11 Bloedgroepen en bloedtransfusie

In basisstof 8 heb je geleerd dat bepaalde typen witte bloedcellen antistoffen maken tegen lichaamsvreemde stoffen. De antistoffen bevinden zich onder andere in het bloedplasma. Al vanaf de negentiende eeuw kregen patiënten in sommige gevallen bloed van gezonde mensen. Vaak ging dat goed, maar het kwam ook regelmatig voor dat het bloed van patiënten ging samenklonteren waardoor ze kwamen te overlijden. Uit onderzoek bleek dat zich ook in het bloedplasma antistoffen kunnen bevinden tegen het bloed van een ander (zie afbeelding 62).

▼ **Afb. 62**

Het experiment van Landsteiner

De Oostenrijkse wetenschapper Karl Landsteiner deed in 1901 een experiment met zijn eigen bloed en het bloed van vijf van zijn collega's. Hij mengde op een voorwerpglaasje enkele druppels plasma van een persoon met rode bloedcellen van een andere persoon en bekeek het resultaat onder de microscoop. Bij sommige combinaties klonterden de rode bloedcellen, bij andere niet. Landsteiner concludeerde uit dit experiment dat er meerdere soorten bloedgroepen zijn.

Plasma van \ Rode bloedcellen van	Stork	Pletschnig	Sturli	Erdheim	Zaritsch	Landsteiner
Stork						
Pletschnig						
Sturli						
Erdheim						
Zaritsch						
Landsteiner						

BLOEDGROEPEN

Op de celmembranen van rode bloedcellen kunnen stoffen voorkomen die als lichaamsvreemde stoffen (antigenen) werken voor iemand die deze stoffen niet heeft. Deze stoffen worden **bloedfactoren** genoemd. Er zijn veel soorten bloedfactoren. Twee belangrijke bloedfactoren zijn **antigeen A** en **antigeen B**. Iemand met bloedgroep A heeft antigeen A. Deze persoon heeft in het bloedplasma antistof tegen antigeen B, dus anti-B. Iemand met bloedgroep B heeft antigeen B. Deze persoon heeft in het bloedplasma antistof tegen antigeen A, dus anti-A. Iemand met bloedgroep AB heeft de antigenen A en B. Deze persoon heeft dus geen

▼ **Afb. 63** Bloedfactoren (antigenen) en antistoffen bij de verschillende bloedgroepen.

antistoffen in het bloedplasma. Iemand met bloedgroep 0 heeft geen antigenen en dus zowel anti-A als anti-B. In afbeelding 63 is een overzicht gegeven van de bloedgroepen en de antistoffen.

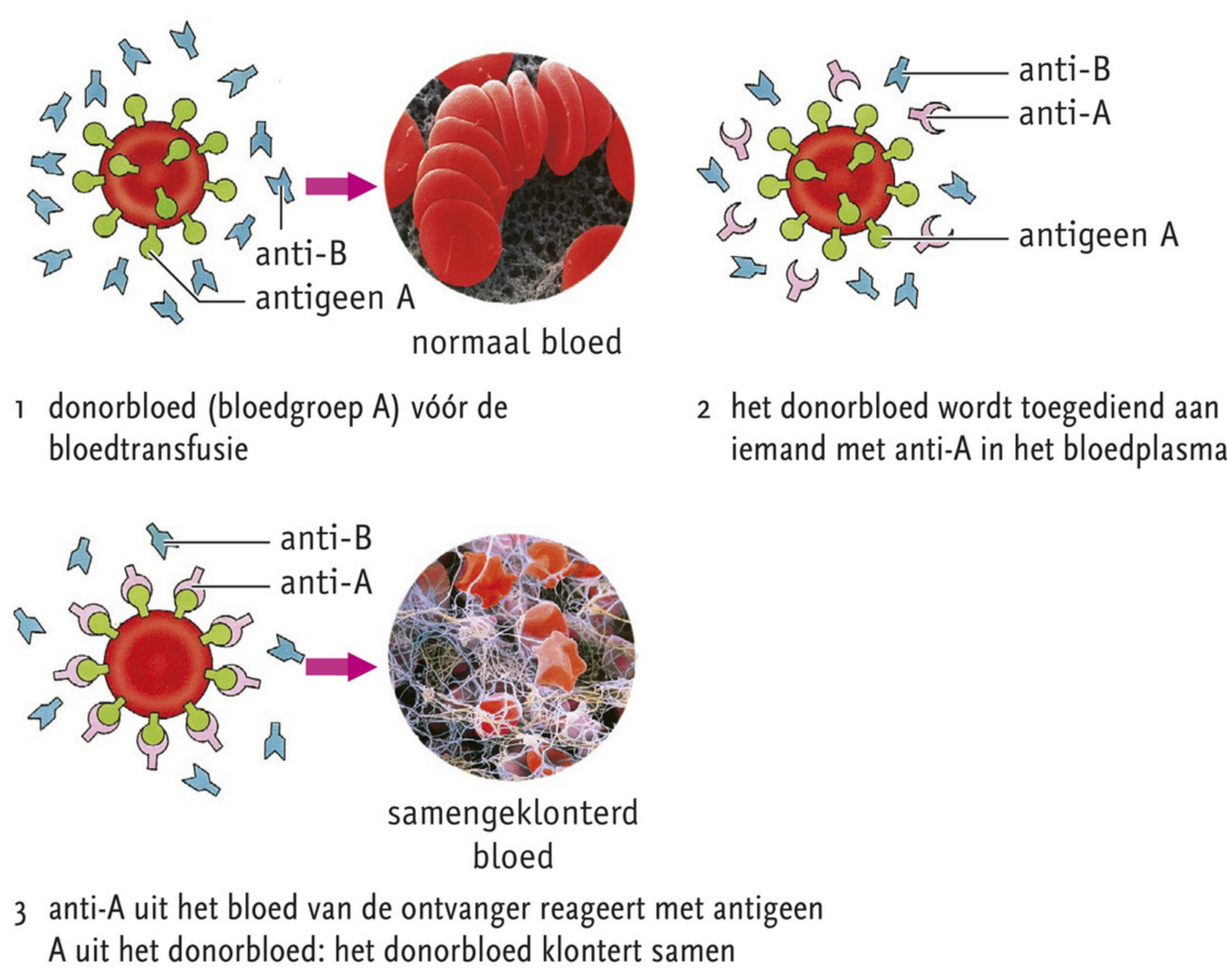
	Bloedgroep A	Bloedgroep B	Bloedgroep AB	Bloedgroep 0
Bloedfactoren op rode bloedcellen	antigeen A	antigeen B	antigeen A en B	geen antigeen A geen antigeen B
Antistoffen in bloedplasma	anti B	anti A	geen anti-A geen anti-B	anti-A anti-B
% in Nederland	43%	9%	3%	45%

BLOEDTRANSFUSIE

Iemand die bij een ongeval veel bloed heeft verloren, kan bloed van een andere persoon (de **donor**) toegediend krijgen. We noemen dat een **bloedtransfusie** (zie afbeelding 64). Bij een bloedtransfusie is het van belang te weten tot welke bloedgroep de **ontvanger** behoort en van welke bloedgroep het **donorbloed** is. Als bloedplasma met anti-A in contact komt met rode bloedcellen met antigeen A, klonteren de rode bloedcellen samen (zie afbeelding 65). Hetzelfde gebeurt wanneer bloedplasma met anti-B in contact komt met rode bloedcellen met antigeen B. De samengeklonterde bloedcellen blijven steken in de haarvaten.

▼ **Afb. 64** Bloedtransfusie.

▼ **Afb. 65**



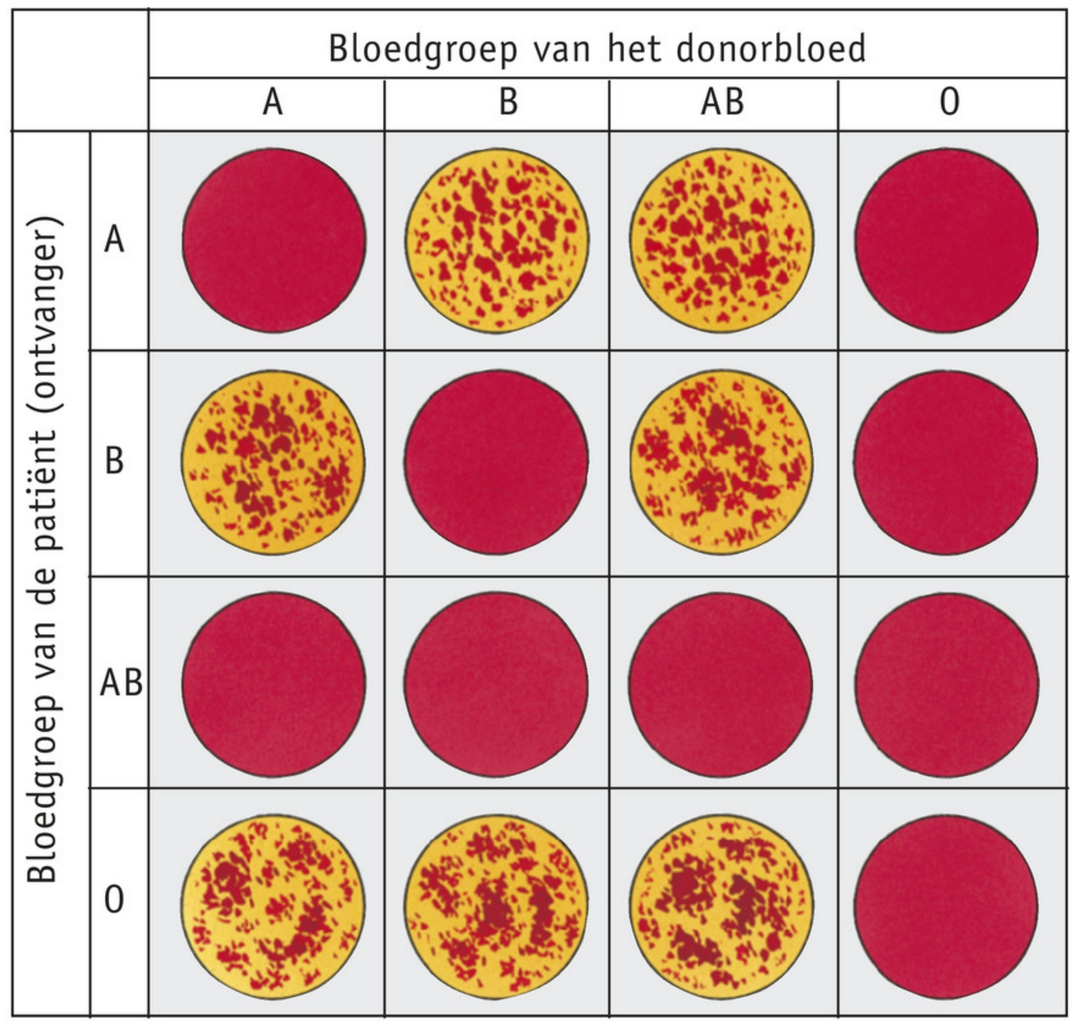
1 donorbloed (bloedgroep A) vóór de bloedtransfusie

2 het donorbloed wordt toegediend aan iemand met anti-A in het bloedplasma

3 anti-A uit het bloed van de ontvanger reageert met antigeen A uit het donorbloed: het donorbloed klontert samen

Dit kan onder andere beschadiging van hersenen en nieren tot gevolg hebben. In afbeelding 66 geven de rode rondjes aan dat een bloedtransfusie goed verloopt. In de andere gevallen klonteren de rode bloedcellen samen en gaan ze te gronde.

WB OPDRACHT 38 T/M 41 BLZ. 124



▶ **Afb. 66** Schema van bloedtransfusies.

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de bestanddelen van bloed kunnen noemen met hun kenmerken en functies.

- Bloed bestaat uit bloedplasma (± 55%) en uit bloedcellen en bloedplaatjes (± 45%).
  - Bloedplasma bestaat uit water (± 91%), plasma-eiwitten (± 7%; o.a. fibrinogeen) en opgeloste stoffen (o.a. zouten).
  - Functie bloedplasma: vervoer van voedingsstoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen van zuurstof (en een beetje zuurstof).
- Rode bloedcellen.
  - Cellen zonder celkern.
  - Bevatten hemoglobine.
  - Functie: zuurstof (en een beetje koolstofdioxide) vervoeren.
  - Bloedarmoede: het bloed bevat te weinig rode bloedcellen of te weinig hemoglobine (door bijv. te weinig ijzerzouten). Gevolgen: zwak en moe voelen.
- Witte bloedcellen.
  - Cellen met celkern.
  - Geen vaste vorm: kunnen door de wand van haarvaten.
  - Functie: afweer tegen ziekteverwekkers door insluiting of door antistoffen te maken.
  - Etter of pus: dode witte bloedcellen met gedode bacteriën.
- Bloedplaatjes.
  - Delen van uiteengevallen cellen, zonder celkern.
  - Functie: bloedstolling.
  - Trombose: een bloedstolsel binnen een bloedvat.

DOELSTELLING 2

Je moet in de dubbele bloedsomloop van de mens de kleine en grote bloedsomloop kunnen onderscheiden met hun functies.

- Dubbele bloedsomloop: per omloop stroomt het bloed twee keer door het hart.
- Kleine bloedsomloop: hart – longen – hart.
  - Functie: zuurstof opnemen in het bloed en koolstofdioxide afgeven aan de lucht.
- Grote bloedsomloop: hart – rest van het lichaam – hart.
  - Functie: zuurstof en voedingsstoffen afgeven aan de cellen en koolstofdioxide en andere afvalstoffen opnemen in het bloed.

DOELSTELLING 3

Je moet de delen van een hart en aansluitende bloedvaten kunnen noemen met hun kenmerken en functies.

Delen	Kenmerken en functies
Bovenste en onderste holle ader	– Vervoeren zuurstofarm bloed van organen naar het hart.
Rechterboezem	– Ontvangt zuurstofarm bloed uit de holle aders en voert dit door naar de rechterkamer. – Weinig gespierde wand.
Rechterkamer	– Pompt zuurstofarm bloed in de longslagader. – Gespierde wand.
Longslagader	– Vervoert zuurstofarm bloed van het hart naar de longen.
Longaders	– Vervoeren zuurstofrijk bloed van de longen naar het hart.
Linkerboezem	– Ontvangt zuurstofrijk bloed uit de longaders en leidt dit naar de linkerkamer. – Weinig gespierde wand.
Linkerkamer	– Pompt zuurstofrijk bloed in de aorta. – Zeer gespierde wand.
Aorta	– Vervoert zuurstofrijk bloed van het hart naar de organen.
Harttussenwand	– Scheidt de linker- en rechterharthelft.
Hartkleppen	– Kleppen tussen boezems en kamers. – Verhinderen dat bloed terugstroomt van kamers naar boezems.
Halvemaanvormige kleppen	– Kleppen aan begin van de longslagader en van de aorta. – Verhinderen dat bloed terugstroomt van longslagader en aorta naar de kamers.
Kransslagaders	– Aftakkingen van de aorta. – Vervoeren bloed dat rijk is aan zuurstof en voedingsstoffen (o.a. glucose) naar de hartspier.
Kransaders	– Vervoeren bloed dat rijk is aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen weg uit de hartspier.

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen beschrijven hoe een hartslag verloopt.

- Samentrekken van de boezems.
  - De boezems trekken zich samen waardoor bloed naar de kamers stroomt.
  - De hartkleppen zijn open, de halvemaanvormige kleppen zijn dicht.
- Samentrekken van de kamers.
  - De kamers trekken zich samen.
  - De hartkleppen gaan dicht.
  - De druk in de kamers stijgt.
  - De halvemaanvormige kleppen gaan open.
  - Het bloed wordt in de longslagader(s) en aorta gepompt.
- Hartpauze.
  - Boezems en kamers ontspannen zich.
  - Bloed stroomt vanuit de holle aders en longaders naar de boezems en kamers.
  - De hartkleppen zijn open, de halvemaanvormige kleppen zijn dicht.

DOELSTELLING 5

Je moet drie typen bloedvaten kunnen noemen met hun kenmerken en functies.

- Slagaders:
  - hierdoor stroomt bloed van het hart weg;
  - hoge bloeddruk;
  - wand: laag dekweefsel – dikke laag spierweefsel – bindweefsel;
  - 'slag' merkbaar, o.a. in de polsen;
  - meestal dieper in het lichaam gelegen;
  - alleen halvemaanvormige kleppen (begin van longslagader en aorta).
- Haarvaten:
  - groot totaal oppervlakte en lage stroomsnelheid;
  - wand: één cellaag dekweefsel met kleine openingen, waardoorheen witte bloedcellen en vocht met zuurstof, voedingsstoffen en afvalstoffen (o.a. koolstofdioxide) kunnen.
- Aders:
  - bloed stroomt richting het hart;
  - lage bloeddruk en lage stroomsnelheid;
  - wand: laag dekweefsel – dunne laag spierweefsel – bindweefsel;
  - geen 'slag' merkbaar;
  - meestal ondiep in het lichaam gelegen;
  - door 'spierpomp' (aanspannen en ontspannen van spieren) en kleppen stroomt het bloed richting het hart.

DOELSTELLING 6

Je moet in het bloedvatenstelsel van de mens slagaders en aders kunnen benoemen.

- Kleine bloedsomloop: longslagaders – longaders.
- Grote bloedsomloop: aorta – armslagaders – armaders – halsslagaders – halsaders – leverslagader – leverader – darmslagader – poortader – nierslagaders – nieraders – beenslagaders – beenaders – onderste holle ader – bovenste holle ader.
- Zuurstofarm of zuurstofrijk?
  - Longslagaders: zuurstofarm bloed.
  - Andere slagaders: zuurstofrijk bloed.
  - Longaders: zuurstofrijk bloed.
  - Andere aders: zuurstofarm bloed.
  - Poortader vervoert zuurstofarm bloed van de wand van het darmkanaal naar de lever.

DOELSTELLING 7

Je moet de oorzaken en gevolgen van enkele hart- en vaatziekten kunnen noemen. Ook moet je kunnen aangeven hoe je de kans op hart- en vaatziekten kunt verkleinen.

- Veel hart- en vaatziekten worden veroorzaakt door hoge bloeddruk en slagaderverkalking.
- Langdurig hoge bloeddruk: beschadiging van slagaderwanden. Dit bevordert slagaderverkalking.
- Slagaderverkalking (atherosclerose): vernauwing van bloedvaten. Bij een hoog cholesterolgehalte wordt een laag cholesterol en kalk afgezet tegen de binnenwand van bloedvaten. Hierdoor krijgen organen minder bloed en het hart wordt overbelast.
- Hartinfarct (hartaanval): verstopping van een kransslagader waardoor een deel van de hartspier geen zuurstof en voedingsstoffen meer krijgt.
  - Oorzaak: een kransslagader of een aftakking ervan is verstopt geraakt (meestal door slagaderverkalking).
- Herseninfarct: afsluiting van een bloedvat in de hersenen waardoor hersenweefsel achter de afsluiting onvoldoende zuurstof en voeding krijgt.
- Dotterbehandeling: oprekking van een vernauwde kransslagader.
- Stent: gaasbuisje dat de kransslagader openhoudt.
- Bypassoperatie: een omweg om het vernauwde deel van de kransslagader heen.
- Verkleining van de kans op hart- en vaatziekten door o.a.:
  - niet roken;
  - geen alcohol drinken (volwassenen: matig zijn met alcohol);
  - gezond en gevarieerd eten (weinig vette voedingsmiddelen en weinig zout);

  - regelmatige lichaamsbeweging (minimaal een halfuur per dag);
  - een gezond lichaamsgewicht.
- Erfelijke factoren spelen een rol bij het krijgen van hart- en vaatziekten.

DOELSTELLING 8

Je moet de kenmerken en functies van weefselvloeistof en lymfe kunnen noemen.

- Weefselvloeistof ontstaat doordat (in de grote bloedsomloop) door bloeddruk vocht uit de haarvaten wordt geperst. Vervoert zuurstof en voedingsstoffen naar de cellen toe en koolstofdioxide en andere afvalstoffen van de cellen weg. Bevat ook witte bloedcellen.
- Lymfe: weefselvloeistof die is opgenomen in lymfevaten. Bevat o.a. witte bloedcellen, zuurstof, voedingsstoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
  - Kleine lymfevaten verenigen zich tot grotere lymfevaten. In lymfevaten komen kleppen voor.
  - Het lymfevatenstelsel voert de lymfe weer terug via de rechterlymfestam en de borstbuis naar het bloedvatenstelsel.
  - Lymfeknopen (lymfeklieren) zuiveren de lymfe van o.a. ziekteverwekkers.

DOELSTELLING 9

Je moet de delen van de nieren en de urinewegen kunnen noemen met hun kenmerken en functies.

- Nieren: nierschors, niermerg, nierbekken.
  - Functie: afvalstoffen, overtollig water, overtollige zouten en schadelijke stoffen uit het bloed verwijderen. De verwijderde stoffen samen heten urine.
  - Nierschors en niermerg vormen de urine.
  - In de nierbekkens wordt de urine verzameld.
- Urineleiders: voeren de urine af van de nieren naar de urineblaas.
- Urineblaas: tijdelijke opslagplaats van urine.
- Urinebuis: voert de urine af uit het lichaam.

DOELSTELLING 10

Je moet kunnen beschrijven hoe antistoffen bescherming bieden tegen infecties en op welke manieren immuniteit kan ontstaan.

- Lichaamsvreemde stoffen: stoffen die niet in het lichaam thuishoren.
- Antigeen: een lichaamsvreemde stof waartegen antistoffen worden aangemaakt.
- Infectie: ziekteverwekkers dringen het lichaam binnen.
  - Een bepaald type witte bloedcellen produceert antistof tegen de lichaamsvreemde stof van een ziekteverwekker.
  - Antistof hecht zich aan de lichaamsvreemde stof op het oppervlak van de ziekteverwekker.
  - De ziekteverwekker wordt bedekt met antistof. Hierdoor wordt de ziekteverwekker onschadelijk gemaakt.
  - Eén type antistof hecht zich maar aan één type lichaamsvreemde stof.
- Immuniteit: de antistof tegen de ziekteverwekker blijft nog een tijdje in het bloed aanwezig of kan bij een nieuwe infectie snel worden gemaakt. Er ontstaan geen ziekteverschijnselen.
  - Natuurlijke immuniteit: een persoon heeft zelf de ziekte doorgemaakt, bijv. waterpokken.
  - Kunstmatige immuniteit: door inenting (vaccinatie) van een vaccin, bijv. tegen mazelen. Een vaccin bevat dode of verzwakte ziekteverwekkers.

DOELSTELLING 11

Je moet kunnen aangeven wat alcoholpromillage is en het bloedalcoholgehalte (BAG) kunnen berekenen in promille met een gegeven formule. Je moet ook enkele gevolgen van alcohol op korte termijn en op lange termijn kunnen noemen.

- Alcoholpromillage: maat voor de hoeveelheid alcohol in het bloed.
  - één promille alcohol: één milligram alcohol per milliliter bloed.
- Bloedalcoholgehalte (BAG): hoeveelheid alcohol in het bloed in promille (‰).
- Formule van het bloedalcoholgehalte (BAG):

$$BAG = \frac{a \times 10}{g \times r} - (u - 0{,}5) \times (g \times 0{,}002)$$

  Hierin is:
  a = aantal glazen;
  g = lichaamsgewicht;
  r = bij mannen 0,7 en bij vrouwen 0,5;
  u = aantal uren sinds het begin van het drinken van alcohol.
- Enkele gevolgen van alcohol op korte termijn:
  - 1–3 glazen: loskomen (0–0,5‰): de polsslag en ademhaling versnellen; bloedvaten verwijden zich; smaak, reuk en gezichtsvermogen gaan achteruit; pijngevoel vermindert.
  - 3–7 glazen: aangeschoten: (0,5–1,5‰): zelfoverschatting, natuurlijke remmingen worden minder; geheugen, coördinatie van spieren en reactiesnelheid worden minder; je krijgt meer moeite met het beoordelen van situaties.

- 7–15 glazen dronken (1,5–3‰): zelfkritiek verdwijnt; emoties worden sterker; gezicht wordt rood en zwelt op; pupillen worden groter; misselijkheid.
- 15–20 glazen: laveloos (3 tot 4‰): zintuigen raken verdoofd.
- 20–25+ glazen: knock-out (4‰ en hoger): ademhaling en polsslag vertragen; kans op coma en dood door stoppen van de ademhaling of een hartstilstand.
- Kater: je hebt erge dorst en hoofdpijn en je moet soms overgeven.
- Binge drinking: het in korte tijd drinken van veel alcohol waardoor het bloedalcoholgehalte tot 0,8‰ of hoger stijgt.

- Enkele gevolgen van alcohol op lange termijn:
  - minder goede school-, studie- en werkprestaties;
  - beschadiging van lever, hersenen, maag en hart;
  - geheugenverlies.

DOELSTELLING 12

Je moet kunnen beschrijven wat drugs zijn en wat enkele effecten ervan zijn.

- Drugs: genees- en genotsmiddelen met een verdovende, opwekkende of bewustzijnsveranderende werking die tot verslaving kunnen leiden.
  - Alcohol en andere drugs komen via het bloed op vrijwel alle plaatsen in je lichaam terecht en worden door de lever afgebroken. Afbraakproducten worden o.a. via de nieren in de urine uitgescheiden.
- Gewenning (tolerantie): het steeds meer nodig hebben om hetzelfde effect te krijgen.
- Verslaving: geestelijke en/of lichamelijke afhankelijkheid.

DOELSTELLING 13

Je moet enkele korte- en langetermijneffecten van cannabis kunnen noemen. Ook moet je kunnen aangeven wat xtc is.

- Werkzame stof in cannabis: THC.
- Kortetermijneffecten: o.a. versnelde hartslag, bloeddrukverlaging, hoofdpijn, duizeligheid, slaperigheid, angst, en concentratie- en geheugenproblemen.
- Langetermijneffecten: o.a. verslaving, slapeloosheid, somberheid, concentratieproblemen, schade aan luchtwegen, longkanker en psychische stoornissen (depressie, angstklachten of schizofrenie).
- Xtc: opwekkende en bewustzijnsveranderende drug die veel wordt gebruikt op feesten.

EXTRA DOELSTELLING 14

Je moet kunnen beschrijven hoe de bloedstolling verloopt.

- Spieren in de wand van de beschadigde bloedvaten trekken zich samen. Bloedplaatjes kleven aan de beschadigde bloedvatwand en vormen een bloedpropje waaruit stoffen vrijkomen. Daardoor wordt fibrinogeen omgezet in fibrine. Fibrine vormt een netwerk van draden dat de wond afsluit (bloedstolsel). Door indroging ontstaat een korstje.
- Bij bloederziekte (hemofilie) stolt het bloed niet goed. Bloederziekte is een erfelijke afwijking.

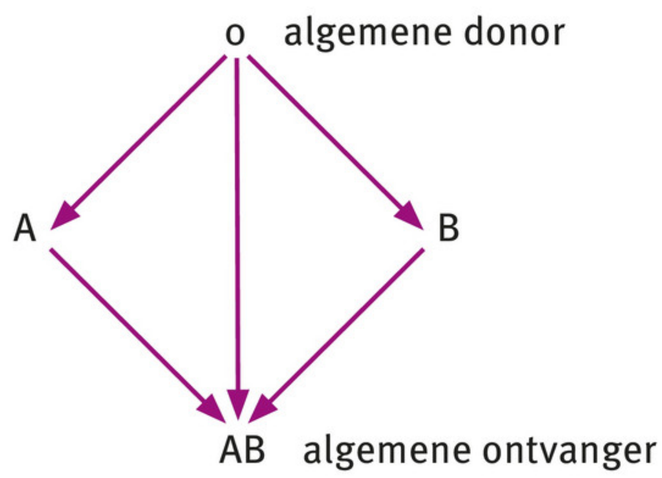
EXTRA DOELSTELLING 15

Je moet kunnen beschrijven waarin de bloedgroepen van elkaar verschillen en welke rol bloedgroepen spelen bij bloedtransfusies.

- Bloedgroepen (A, B, AB, o) verschillen van elkaar in bloedfactoren en antistoffen.
  - Bloedfactor: stof op het celmembraan van rode bloedcellen die als lichaamsvreemde stof (antigeen) werkt voor iemand die deze stof niet heeft.
  - Belangrijke bloedfactoren: antigeen A en antigeen B.
  - Het bloedplasma bevat antistof tegen het antigeen dat niet op de rode bloedcellen zit.

Bloedgroep	Bloedfactor op rode bloedcellen	Antistof in bloedplasma
A	antigeen A	anti-B
B	antigeen B	anti-A
AB	antigeen A en antigeen B	geen
o	geen	anti-A en anti-B

- Bloedtransfusie: bloed toedienen aan een andere persoon.
  - Mogelijke bloedtransfusies:



  - In andere gevallen reageert antistof van de ontvanger met antigeen van het donorbloed (bijv. anti-A met antigeen A). Rode bloedcellen klonteren samen en gaan te gronde.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- *Je hebt geoefend in het werken met de microscoop.*
- *Je hebt geoefend in het maken van tekeningen.*
- *Je hebt geoefend in het maken van een cirkeldiagram.*
- Je hebt geoefend in het lezen en *maken* van een diagram.
- Je hebt geoefend in het berekenen van het bloed-alcoholgehalte.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en folders.
- Je hebt geoefend in het lezen en *maken* van een tabel.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geleerd een bloedtransfusieschema te lezen en in te vullen.

Over de *schuingedrukte* competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een huisarts en een cardioloog. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

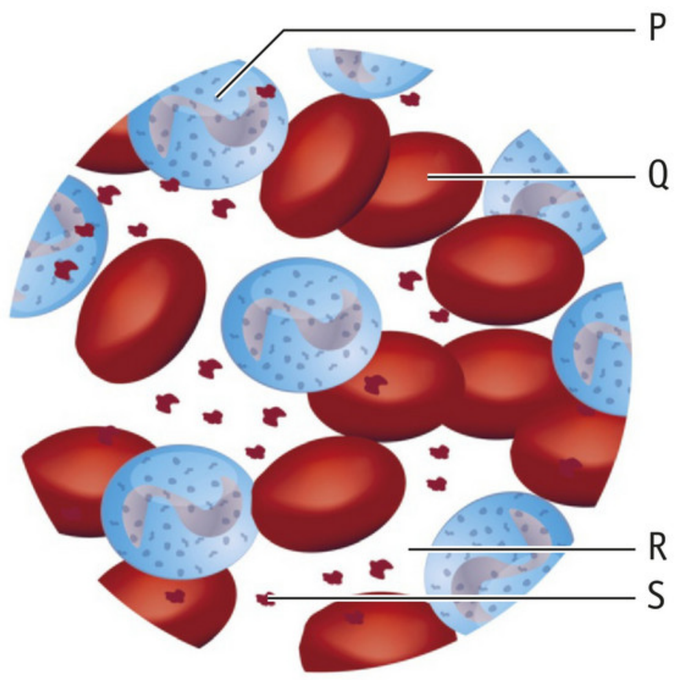
Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Beantwoord de volgende vragen.
Afbeelding 67 is een tekening van bloed gezien door een microscoop. Vier bestanddelen van bloed zijn aangegeven met P, Q, R en S. Vraag 1 tot en met 3 gaan over deze afbeelding.

▼ **Afb. 67**



1 Alcohol wordt via het bloed vervoerd naar allerlei delen van het lichaam.
Door welk van de bestanddelen P, Q, R of S wordt het grootste gedeelte van de alcohol vervoerd?
2 Lance Armstrong gebruikte epo waardoor zijn uithoudingsvermogen enorm toenam en hij zeven keer de Tour de France kon winnen.
Welk van de bestanddelen P, Q, R of S waren vooral in zijn bloed toegenomen?
3 Michaels wondjes blijven altijd erg lang bloeden.
Met welk van de bestanddelen P, Q, R of S is er bij Michael iets aan de hand en welke ziekte zou Michael kunnen hebben? Leg je antwoord uit.

In afbeelding 68 is een artikel en een onderzoeksopzet weergegeven over de grote pieterman.

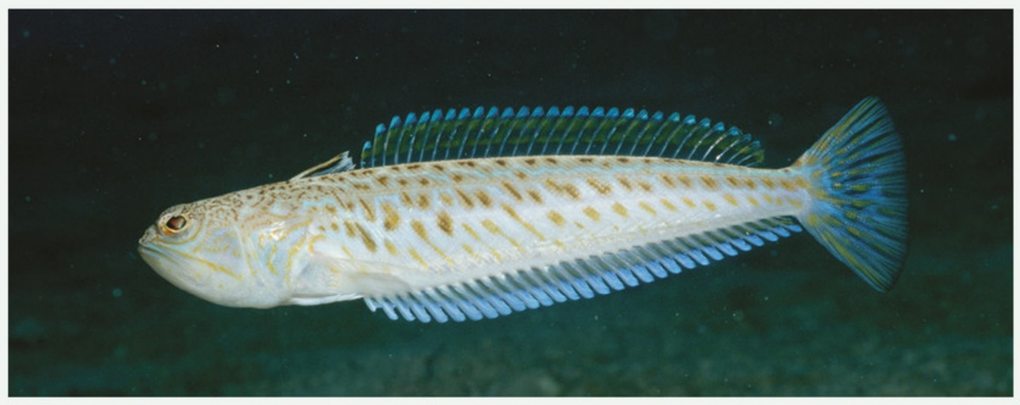
4 Welke van de volgende conclusies zou bij dit onderzoek mogelijk kunnen zijn?
   1 Door het gif van de grote pieterman wordt het afweersysteem van de mens aangetast.
   2 Door het gif van de grote pieterman neemt het transport van koolstofdioxide af in het bloed van de mens.
   3 Door het gif van de grote pieterman neemt het zuurstoftransport af in het bloed van de mens.

▼ **Afb. 68**

Grote pieterman

De grote pieterman is een vissoort van ongeveer 25 cm lang. Grote pietermannen leven in zee. Ze zijn overdag ingegraven in het zand en jagen 's nachts op visjes. De harde stralen van de voorste rugvin hebben gifstekels. Als een mens in de gifstekels trapt, komt het gif in het bloed terecht. Het gif veroorzaakt onder andere hevige pijnen en zwellingen.

ONDERZOEK	INVLOED VAN HET GIF VAN DE GROTE PIETERMAN OP HET BLOED VAN DE MENS
Probleemstelling	Wat is de invloed van het gif van de grote pieterman op het bloed van de mens?
Hypothese	Het gif van de grote pieterman zorgt voor de afbraak van bloedcellen.
Experiment	Gif van de grote pieterman wordt in tien reageerbuizen toegevoegd aan menselijk bloed. In tien andere reageerbuizen wordt geen gif toegevoegd.
Resultaten	In de tien reageerbuizen met gif is het aantal rode en witte bloedcellen duidelijk minder geworden.
Conclusie	

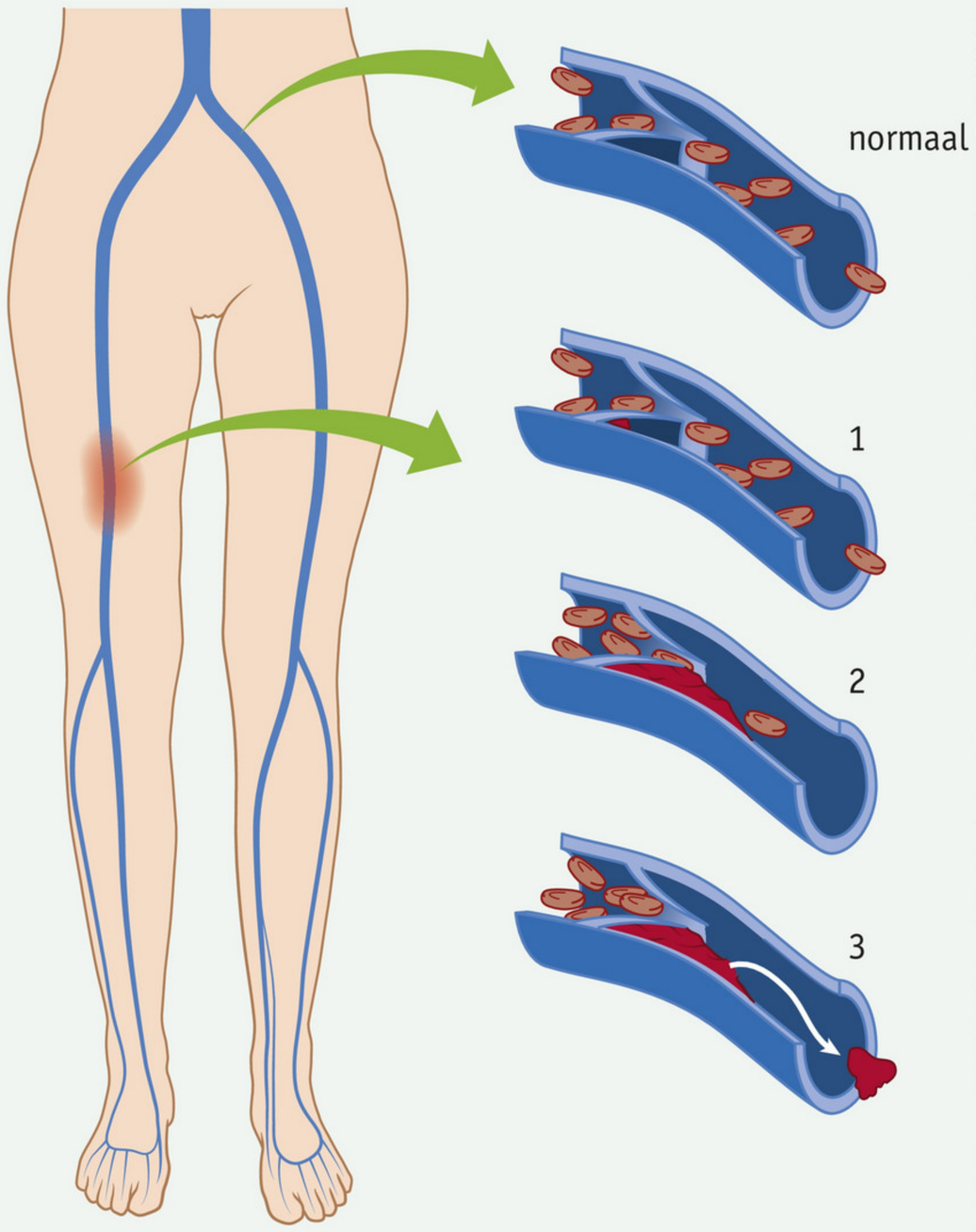


5 In afbeelding 69 staat een tekst uit een medische folder.
Bij het ontstaan van trombose zijn verschillende bestanddelen van het bloed betrokken.
Welke bestanddelen zijn dat?

▼ **Afb. 69**

Trombose

Trombose is het afsluiten van een bloedvat door bloedstolsels. Tijdens lange vlieg- en busreizen is door het langdurig zitten de doorstroming van het bloed, vooral in de benen, minder goed. Hierdoor wordt de kans op het ontstaan van trombose groter. Dit wordt reizigerstrombose genoemd.

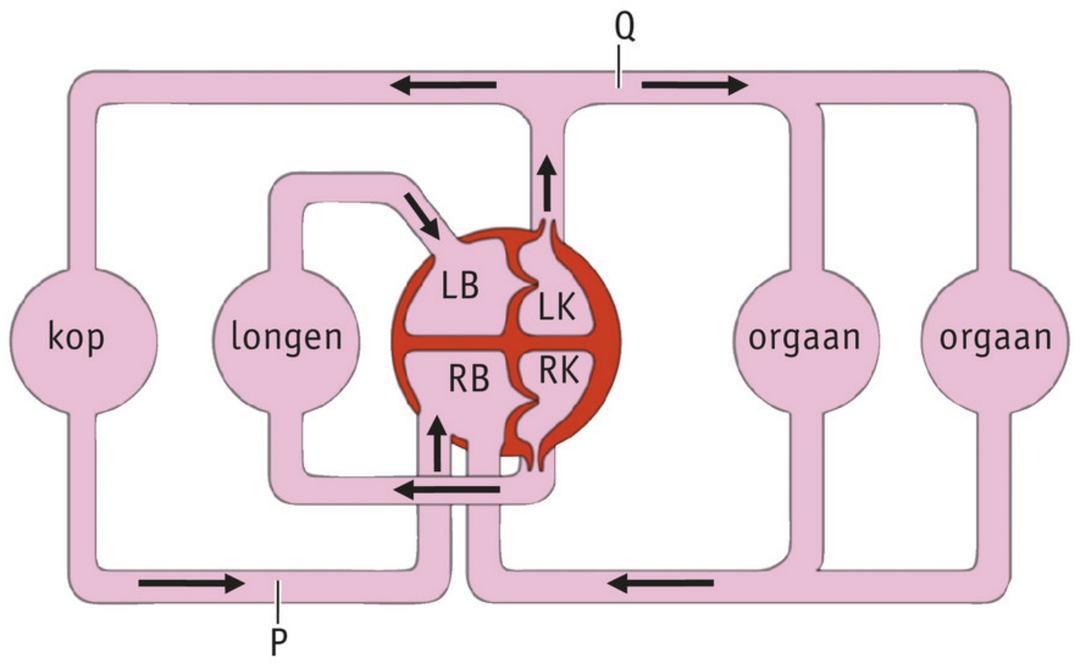


DOELSTELLING 2

Beantwoord de volgende vragen.
In afbeelding 70 is de bloedsomloop van een waterrat schematisch getekend.

1 Een waterrat heeft (net als de mens) een dubbele bloedsloop.
Leg uit waaraan je dat kunt zien.
2 Behoren de longen van de waterrat tot de grote bloedsomloop of tot de kleine bloedsomloop?
3 Bevat bloedvat P zuurstofrijk of zuurstofarm bloed?
4 Is de hoeveelheid koolstofdioxide in het bloed bij Q hoog of laag? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 70** Bloedsomloop van een waterrat (schematisch).



Legenda: LB = linkerboezem
LK = linkerkamer
RB = rechterboezem
RK = rechterkamer

DOELSTELLING 3

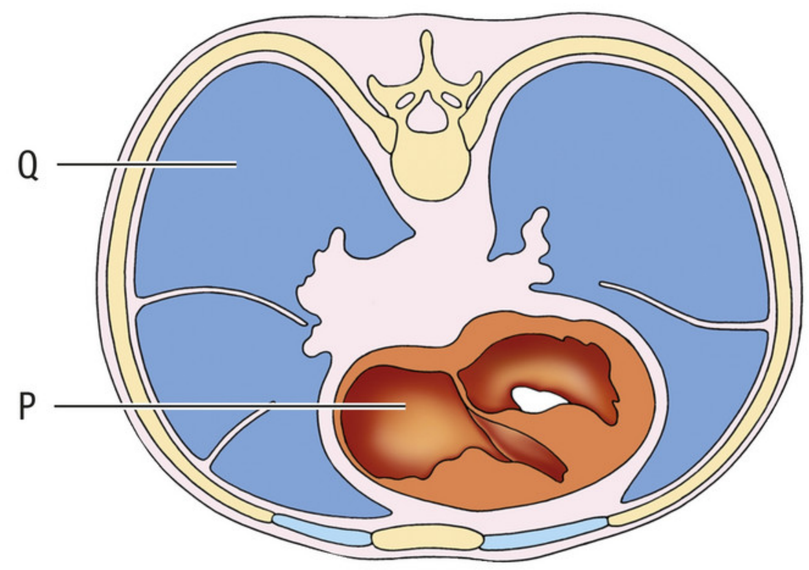
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Het bloed in een kransslagader wordt vergeleken met dat in een kransader wat betreft het glucosegehalte en de stroomrichting.
In welk bloedvat bevindt zich bloed met het hoogste glucosegehalte? En in welke richting stroomt dit bloed?

	Hoogste glucosegehalte	*Stroomrichting*
A	in een kransslagader	naar de hartspier toe
B	in een kransslagader	van de hartspier weg
C	in een kransader	naar de hartspier toe
D	in een kransader	van de hartspier weg

2 In afbeelding 71 is een dwarsdoorsnede van de borstkas van de mens schematisch getekend. P geeft een harthelft aan. P is door een bloedvat verbonden met orgaan Q. Dit bloedvat is niet getekend.
Welke bloedvat is dit?
A Aorta.
B Holle ader.
C Longader.
D Longslagader.

▶ **Afb. 71**

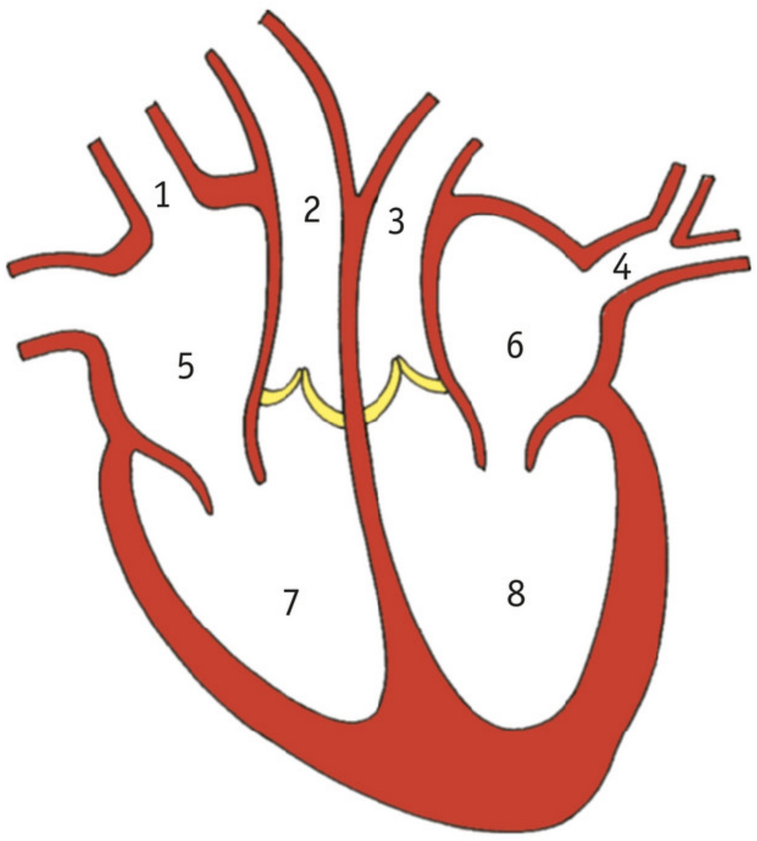


3 In afbeelding 72 zie je enkele hardlopers.
Welk deel van het hart wordt bij hardlopers door training vooral sterker gemaakt?
- **A** Linkerboezem.
- **B** Linkerkamer.
- **C** Rechterboezem.
- **D** Rechterkamer.

▼ **Afb. 72**

In afbeelding 73 is een doorsnede van het hart met aansluitende bloedvaten schematisch getekend. Vraag 4 en 5 gaan over deze afbeelding.

▼ **Afb. 73**



4 Via welk van de genummerde bloedvaten komt zuurstofrijk bloed het hart binnen?
- **A** Via bloedvat 1.
- **B** Via bloedvat 2.
- **C** Via bloedvat 3.
- **D** Via bloedvat 4.

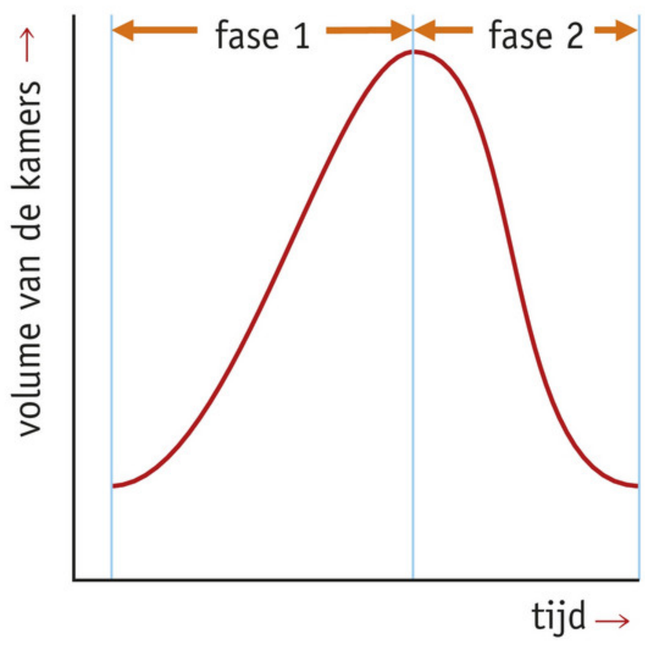
5 Welk nummer geeft het deel van het hart aan dat het bloed in de aorta pompt?
- **A** Nummer 5.
- **B** Nummer 6.
- **C** Nummer 7.
- **D** Nummer 8.

DOELSTELLING 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 In afbeelding 74 is de verandering van het volume van de hartkamers in een diagram weergegeven.
In welke richting stroomt het bloed in fase 2?
- **A** Van de boezems naar de kamers.
- **B** Van de kamers naar de boezems.
- **C** Van de kamers naar de longslagader en aorta.
- **D** Van de holle aders en longaders naar de boezems.

▼ **Afb. 74**



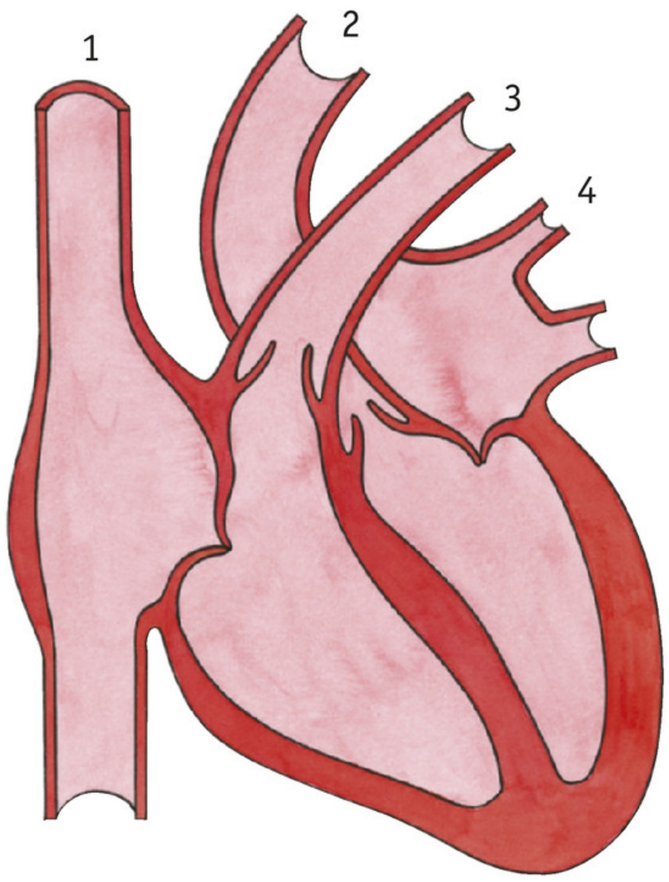
2 Bij de werking van het hart zijn drie fasen te onderscheiden. Tussen de boezems en de kamers bevinden zich kleppen.
Tijdens welke fase(n) staan deze kleppen open?
- **A** Alleen tijdens de hartpauze.
- **B** Alleen tijdens het samentrekken van de boezems.
- **C** Alleen tijdens het samentrekken van de kamers.
- **D** Zowel tijdens de hartpauze als tijdens het samentrekken van de boezems.

In afbeelding 75 is schematisch een doorsnede van het hart op een bepaald moment getekend.

3 Trekken de boezems van dit hart zich op dit moment samen of zijn ze ontspannen? En de kamers?

	De boezems	*De kamers*
A	trekken zich samen.	trekken zich samen.
B	trekken zich samen.	zijn ontspannen.
C	zijn ontspannen.	trekken zich samen.
D	zijn ontspannen.	zijn ontspannen.

▼ Afb. 75

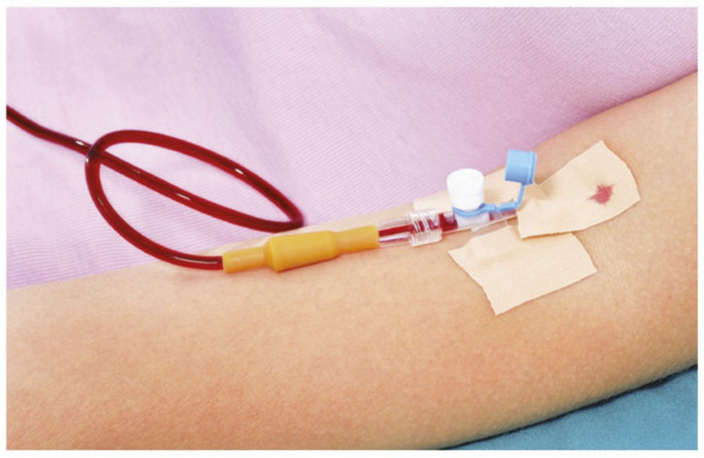


DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende vragen.
Drie typen bloedvaten zijn aders, haarvaten en slagaders.

1 Afbeelding 76 gaat over bloedtransfusie.
In welk type bloedvat is de naald voor bloedtransfusie ingebracht? Leg je antwoord uit. Noem daarbij twee redenen.

▼ Afb. 76



2 Welk van deze drie typen bloedvaten bevat een laag bindweefsel?
3 Bij welk van deze drie typen bloedvaten kunnen witte bloedcellen en vocht door de wand heen?
4 In je hals kun je je hartslag opnemen (zie afbeelding 77). Leg uit waarom iemand kan flauwvallen als er aan beide kanten van de hals hard wordt gedrukt.

▼ Afb. 77

5 In afbeelding 78 is een afwijking te zien die onder andere wordt veroorzaakt doordat bloed niet goed doorstroomt.
In welk(e) type bloedvaten komt deze afwijking voor en wat is er waarschijnlijk kapot in deze bloedvaten?

▼ Afb. 78

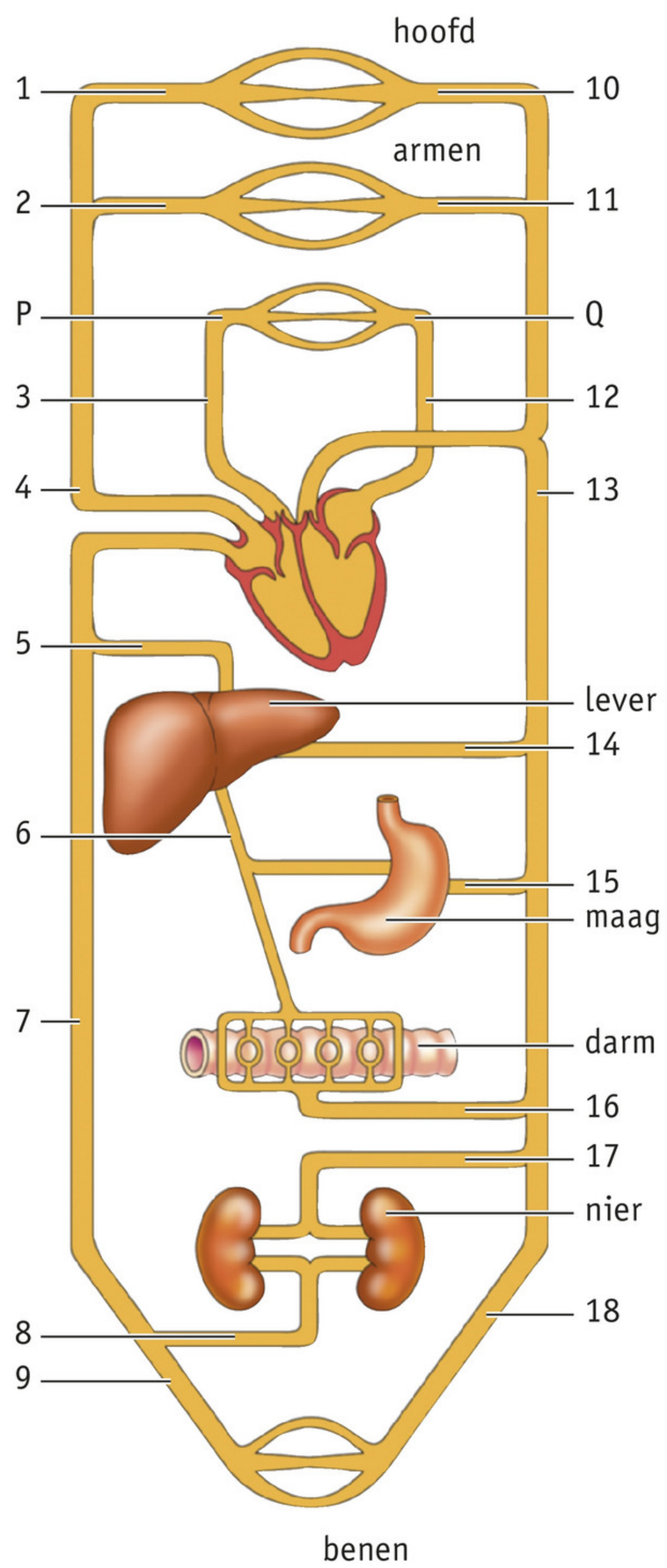
DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.
In afbeelding 79 is het bloedvatenstelsel van de mens schematisch getekend. Vraag 1 en 2 gaan over deze afbeelding.

1 Welk of welke van de bloedvaten 1, 2, 3 en 4 behoort of behoren tot de kleine bloedsomloop?
- **A** Alleen bloedvat 3.
- **B** Alleen de bloedvaten 1, 3 en 4.
- **C** De bloedvaten 1, 2, 3 en 4.

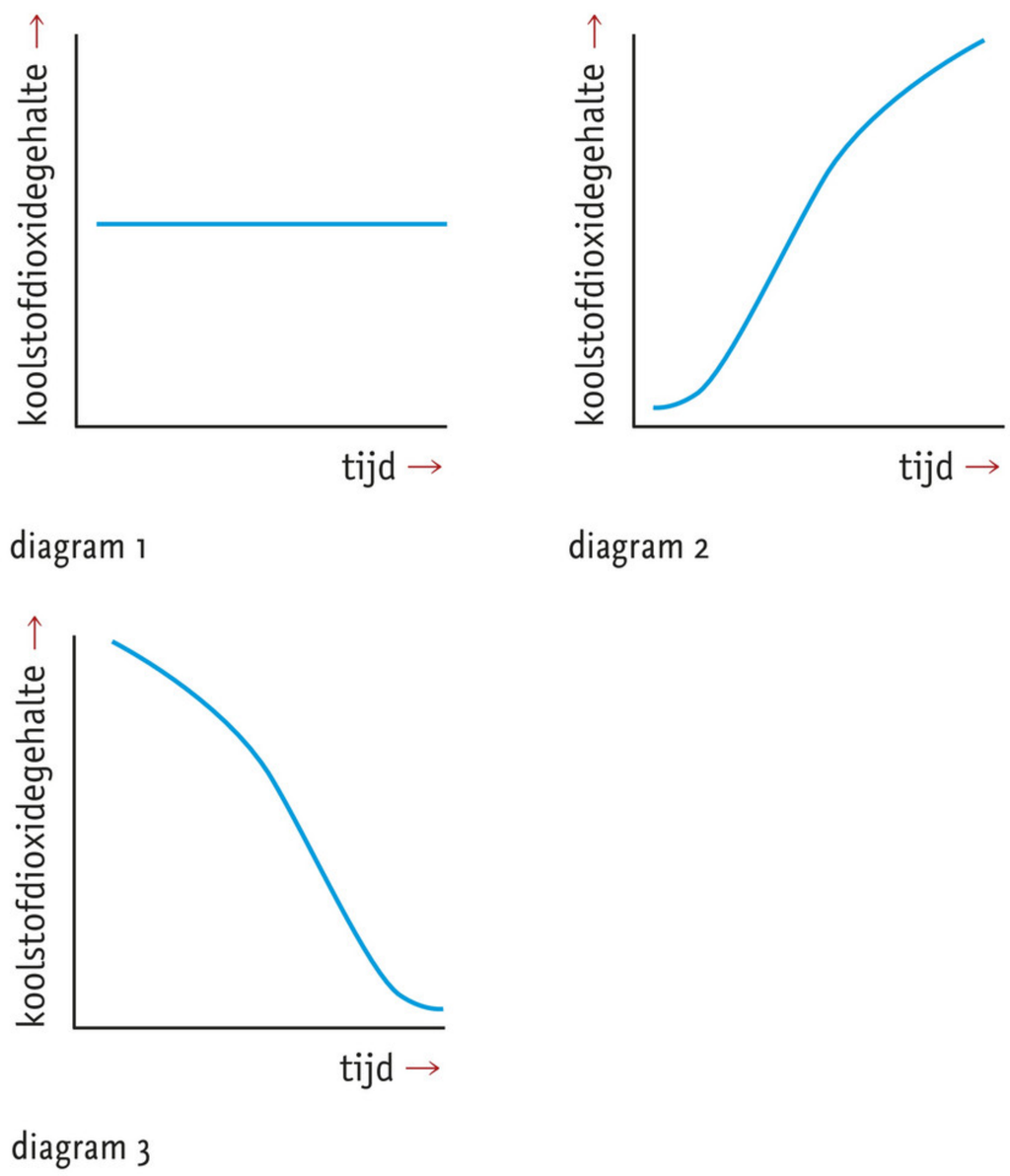
2 In bloedvat 8 bevindt zich een rode bloedcel.
In welk van de genummerde bloedvaten komt deze rode bloedcel het eerst terecht na bloedvat 8?
- **A** In bloedvat 7.
- **B** In bloedvat 9.
- **C** In bloedvat 17.

▼ **Afb. 79** Bloedvatenstelsel (schematisch).



3 In afbeelding 79 zijn bloedvaten aangegeven met P en Q. Er wordt onderzocht wat er gebeurt met het koolstofdioxidegehalte van het bloed tussen deze bloedvaten.
In afbeelding 80 zijn drie diagrammen weergegeven.
Welk van deze diagrammen geeft schematisch weer wat er gebeurt met het koolstofdioxidegehalte van het bloed tussen P en Q in afbeelding 79?
- **A** Diagram 1.
- **B** Diagram 2.
- **C** Diagram 3.

▼ **Afb. 80**



4 Drie bloedvaten zijn de leverader, de leverslagader en de poortader.
In welk of in welke van deze bloedvaten is het bloed zuurstofrijk?
- **A** Alleen in de leverslagader.
- **B** In de leverader en de poortader.
- **C** In de leverslagader en de poortader.

DOELSTELLING 7

Geef aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

1 Een gevolg van lage bloeddruk kan zijn dat een patiënt eventjes duizelig is als hij uit bed stapt.

2 Iemand met hoge bloeddruk heeft minder kans op vernauwing van de bloedvaten.

3 Een hartinfarct wordt veroorzaakt doordat het bloed niet genoeg zuurstof bevat.

4 Een laag cholesterolgehalte van het bloed heeft een grote kans op een hartinfarct tot gevolg.
5 Roken vergroot de kans op een hartinfarct.
6 De activiteit in afbeelding 81 beperkt de kans op een herseninfarct.

▼ **Afb. 81**

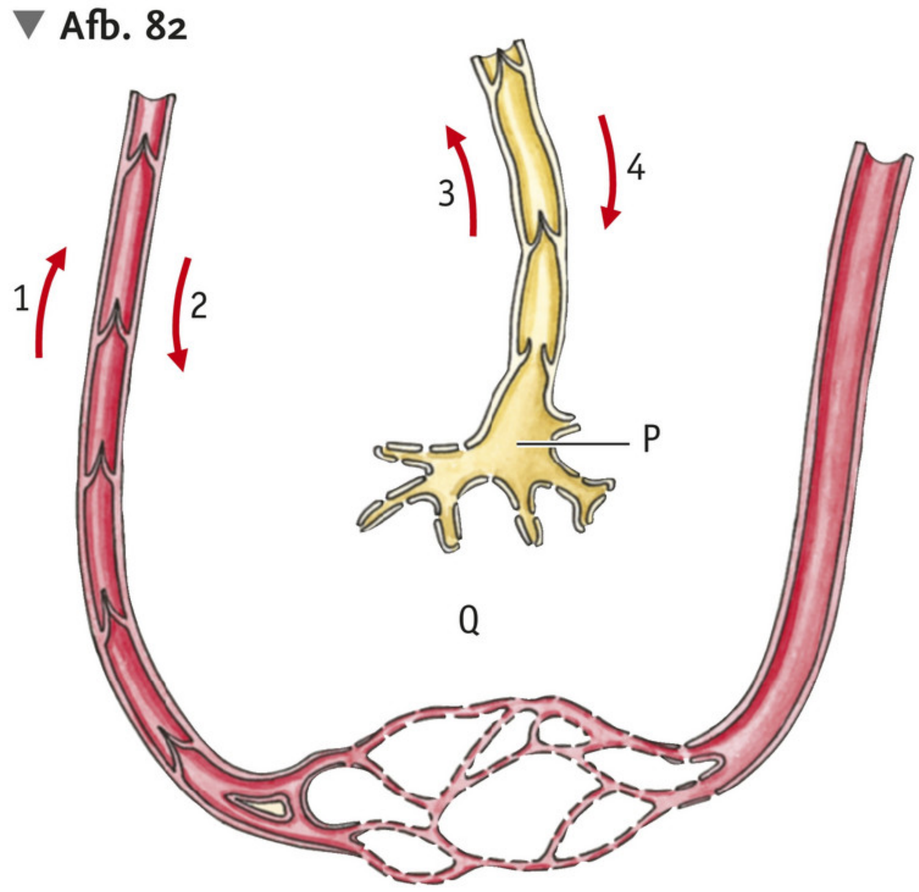
DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Enkele stoffen die in weefselvloeistof voorkomen, zijn glucose, koolstofdioxide en zuurstof.
Welke van deze stoffen worden door weefselvloeistof naar de cellen toe gevoerd?
- A Alleen glucose en koolstofdioxide.
- B Alleen glucose en zuurstof.
- C Alleen koolstofdioxide en zuurstof.
- D Glucose, koolstofdioxide en zuurstof.

Afbeelding 82 is een schematische tekening van een aantal vaten: een ader, haarvaten, een lymfevat en een slagader. Vraag 2 tot en met 4 gaan over deze afbeelding.

▼ **Afb. 82**



2 Welke pijl geeft de juiste stroomrichting aan in een lymfevat?
- A Pijl 1.
- B Pijl 2.
- C Pijl 3.
- D Pijl 4.

3 Kunnen zich op plaats P in de afbeelding witte bloedcellen bevinden? En kan zich op plaats P zuurstof bevinden?
- A Geen witte bloedcellen en ook geen zuurstof.
- B Alleen witte bloedcellen.
- C Alleen zuurstof.
- D Zowel witte bloedcellen als zuurstof.

4 Een leraar zegt dat de afbeelding niet compleet is. Op plaats Q had nog iets getekend moeten zijn. Hij vraagt zijn leerlingen wat er getekend had moeten worden.
Tobias zegt dat er cellen getekend hadden moeten worden.
Rosa zegt dat er lymfeknopen getekend hadden moeten worden.
Wie heeft (hebben) gelijk?
- A Alleen Tobias heeft gelijk.
- B Alleen Rosa heeft gelijk.
- C Tobias en Rosa hebben allebei gelijk.
- D Tobias en Rosa hebben geen van beiden gelijk.

DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Drie groepen stoffen zijn:
- 1 afvalstoffen;
- 2 schadelijke stoffen;
- 3 voedingsstoffen.

Welke van deze stoffen is een bestanddeel of zijn bestanddelen van urine?
- A Alleen 1.
- B Alleen 1 en 2.
- C 1, 2 en 3.

2 In welke richting wordt urine door de urineleiders afgevoerd?
- A Van de nieren naar de urineblaas.
- B Van de urineblaas naar buiten het lichaam.
- C Van de urineblaas naar de nieren.

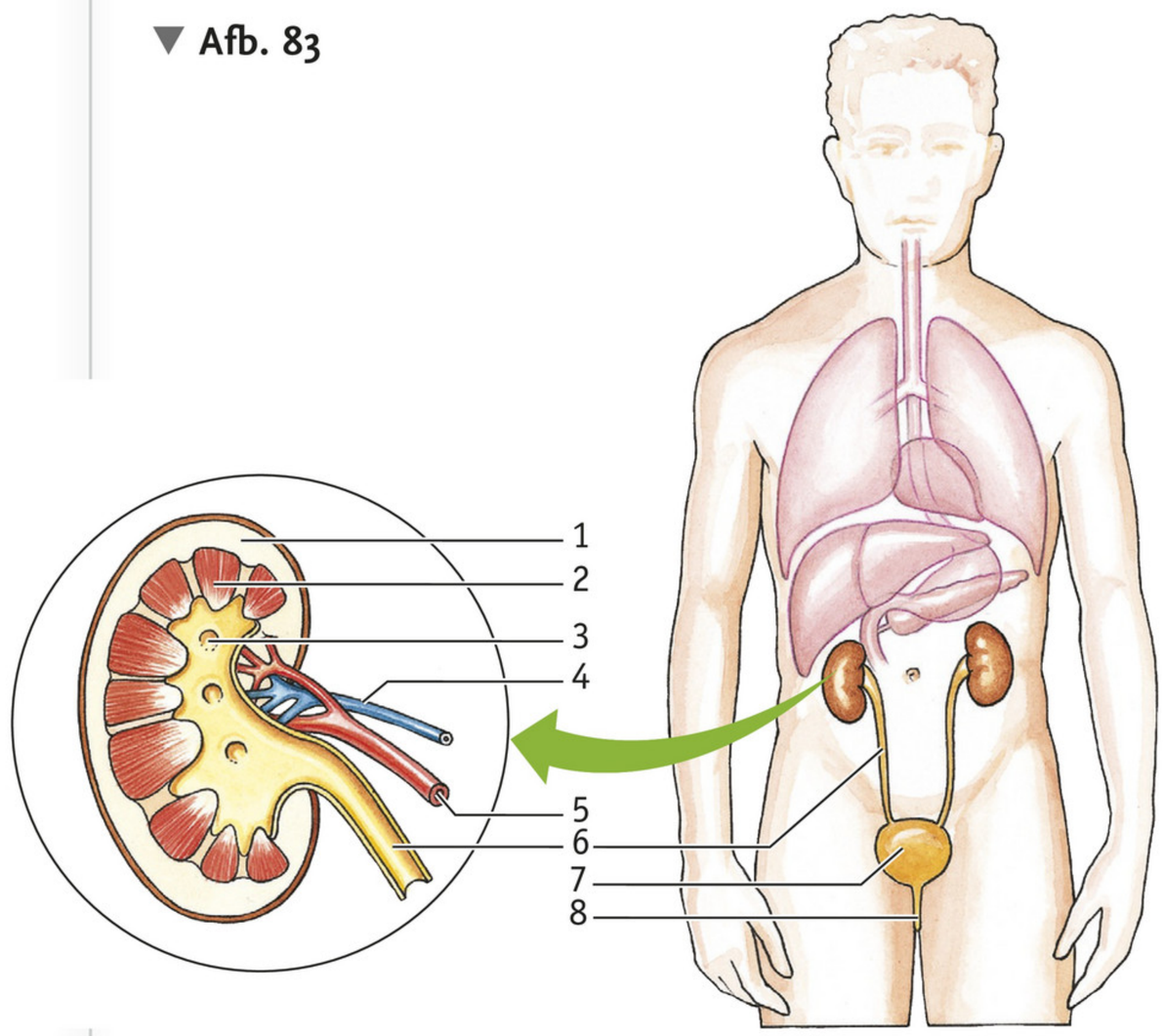
In afbeelding 83 zijn de nieren en de urinewegen van de mens schematisch getekend. Vraag 3 tot en met 5 gaan over deze afbeelding.

3 De delen 4, 5, 6 en 8 zijn buisvormige organen, waar een vloeistof doorheen wordt vervoerd.
Door welke van deze delen wordt urine vervoerd?
- **A** Alleen door deel 8.
- **B** Alleen door de delen 6 en 8.
- **C** Door de delen 4, 5, 6 en 8.

4 Welk nummer geeft een nierbekken aan?
- **A** Nummer 1.
- **B** Nummer 2.
- **C** Nummer 3.

5 In welk(e) van de genummerde delen wordt urine gevormd?
- **A** In de delen 1 en 2.
- **B** In deel 3.
- **C** In deel 7.

▼ **Afb. 83**



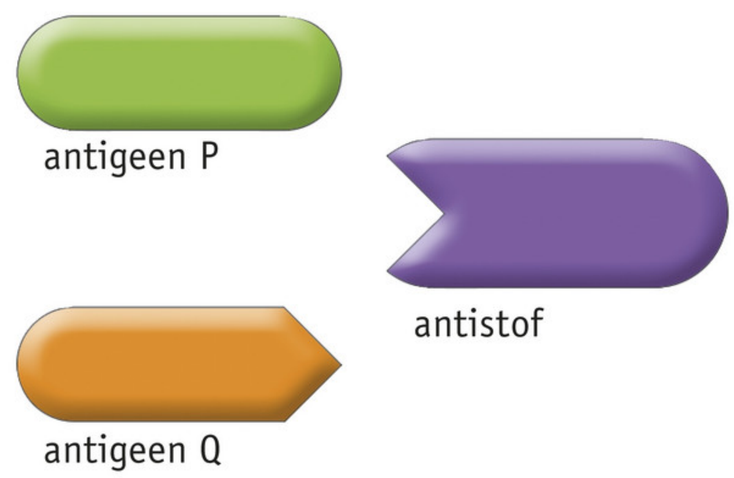
DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende vragen.
In afbeelding 84 zijn de twee antigenen P en Q en een antistof schematisch getekend.

1 Aan welk antigeen zal de antistof zich hechten: aan P of aan Q? Leg je antwoord uit.

2 Mensen die via orgaandonatie een nier van iemand anders krijgen, lopen kans dat de nier door het immuunsysteem wordt aangevallen. Leg dat uit.

▼ **Afb. 84**



Gele koorts is een ziekte die wordt veroorzaakt door een virus. Na een infectie met het gele koortsvirus duurt het ongeveer een week voordat het lichaam antistof tegen het virus gaat maken. Als de patiënt geneest, levert dat een levenslange immuniteit op.
In het diagram van afbeelding 85 geeft grafieklijn Q de vorming van antistof tegen het virus weer na een allereerste infectie van een bepaalde persoon. Deze persoon geneest en wordt een jaar later opnieuw besmet.

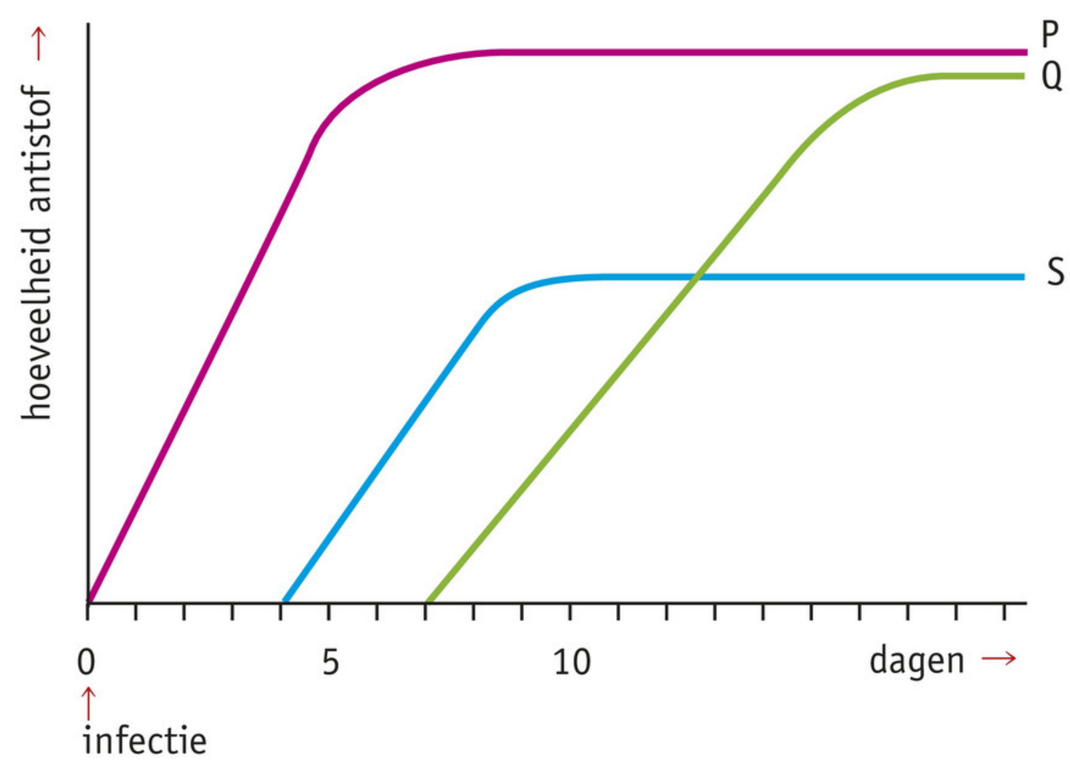
3 Welke grafieklijn geeft de vorming van antistof weer na deze tweede infectie? Leg je antwoord uit.

4 Worden bij vaccinatie antigenen of antistoffen ingespoten?

5 Annemijn wordt na een vaccinatie immuun tegen tyfus. Is hier sprake van natuurlijke of kunstmatige immuniteit?

6 Daan is gevaccineerd tegen gele koorts en bof, mazelen en rode hond (BMR). Elsemiek alleen tegen bof en mazelen en rode hond.
Wie heeft de meeste kans om waterpokken te krijgen? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 85**



DOELSTELLING 11

Beantwoord de volgende vragen.

1 Alcohol heeft invloed op je organen, zoals je hersenen, nieren en lever. De gevolgen hiervan zijn merkbaar als je te veel alcohol drinkt.
Zet achter de organen op je scoreblad de gevolgen als alcohol deze organen beïnvloedt. Gebruik daarbij: *agressie – alcohol wordt afgebroken – dorst – hoofdpijn – losser worden – verminderd reactievermogen – verminderde schoolprestaties.*

2 David is om 21.30 uur op een feestje en gaat om 23.30 uur naar huis. Op dat feestje drinkt hij vier glazen bier.
Is bij David, die 57 kg weegt, sprake van binge drinking? Gebruik bij je antwoord de volgende formule:

$$BAG = \frac{a \times 10}{g \times r} - (u - 0{,}5) \times (g \times 0{,}002)$$

Hierin is:
a = aantal glazen;
g = lichaamsgewicht;
r = bij mannen 0,7 en bij vrouwen 0,5;
u = aantal uren sinds het begin van het drinken van alcohol.

DOELSTELLING 12

Beantwoord de volgende vragen.

1 Uit welke zin(nen) uit het artikel van afbeelding 86 blijkt dat deze persoon verslaafd is?
2 Is er in het artikel ook sprake van gewenning? Zo ja, noteer de zin of zinnen waarin dit staat.

DOELSTELLING 13

Geef aan of de volgende beweringen over cannabis juist zijn of onjuist.

1 Cannabis heeft een bloeddrukverhogend effect.
2 Cannabis maakt slaperig maar zorgt op lange termijn voor slapeloosheid.
3 Door het gebruik van cannabis kun je je beter concentreren.
4 De nieren zorgen voor afbraak van de werkzame stof in cannabis.

EXTRA DOELSTELLING 14

Beantwoord de volgende vragen.

1 Een vraag in een proefwerk luidt: 'Wat is er aan de hand bij hemofilie?' Quinten schrijft op dat er bij iemand met hemofilie vaak trombose optreedt.
Geeft Quinten een juist antwoord? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 86

Drugs

'Ik was 15 toen ik drugs begon te gebruiken. Ik deed alles wat niet mocht. Op een muziekfeest nam ik voor het eerst xtc. Ik begon met twee pilletjes en ik nam ze alleen als ik uitging, maar het werd al snel meer, omdat dezelfde hoeveelheid snel niet meer voldoende werkte. Ik zag de gevaren niet en probeerde ook cannabis en cocaïne. Ook daarvan had ik steeds meer nodig. Ik voel me zonder drugs helemaal niet goed, zowel trillerig, misselijk als somber. Ik wil het dan ook steeds weer hebben.'

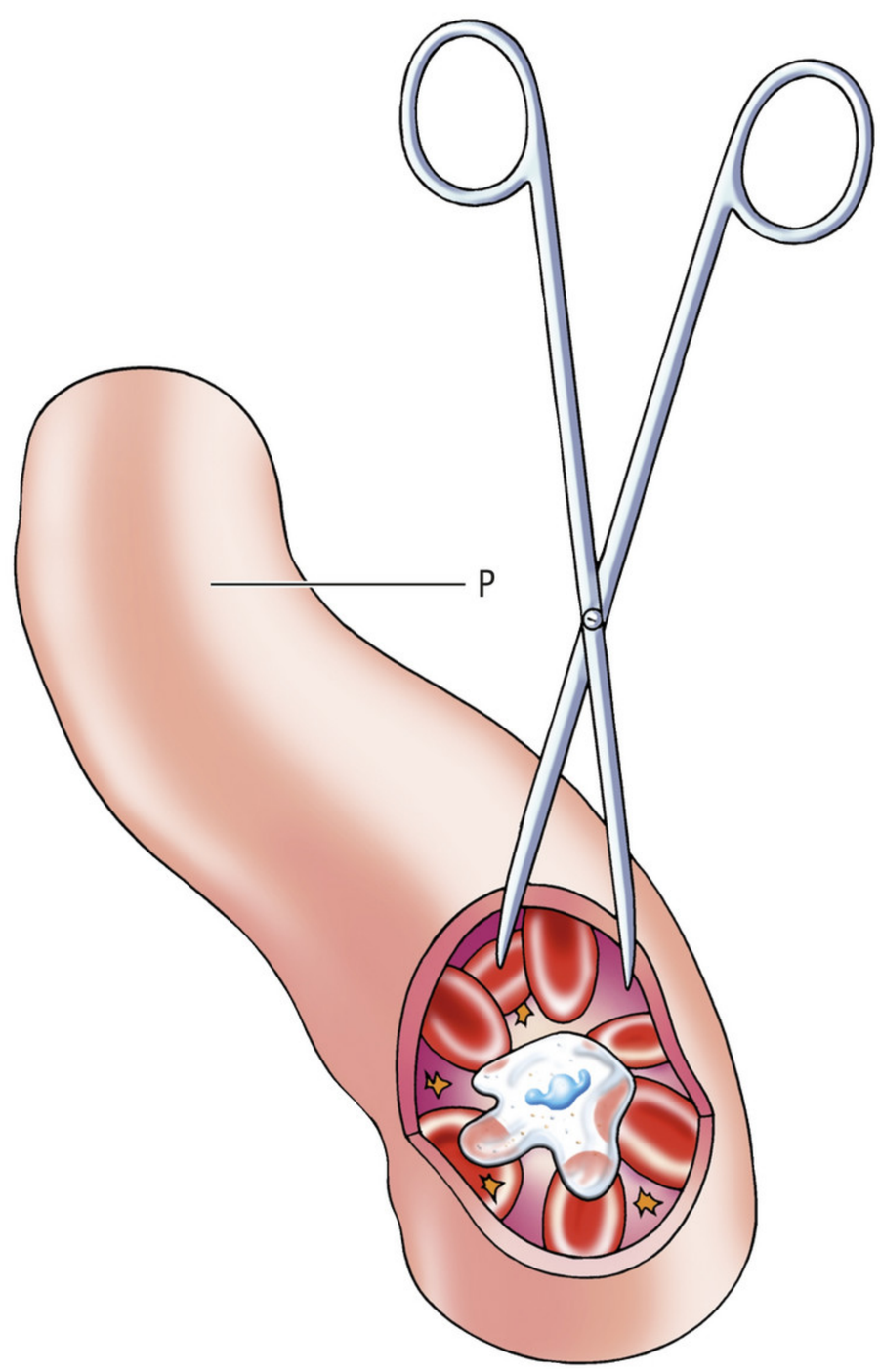
In afbeelding 87 is een bloedvat schematisch getekend. Door een scherp voorwerp raakt dit bloedvat beschadigd. Er treedt een bloeding op.

2 Op plaats P reageert spierweefsel in de wand op de beschadiging.
Wordt het bloedvat hierdoor nauwer of wijder?
Leg je antwoord uit.

3 Vitamine K komt in veel voedingsstoffen voor en speelt een rol bij het activeren van de bloedstolling.
Leg uit waarom het schadelijk kan zijn als iemand teveel vitamine K binnenkrijgt.

4 Een patiënt die bloedverdunners (antistollingsmiddelen) slikt, komt na een paar dagen bij een arts met als klacht dat sinds het gebruik van bloedverdunners veel blauwe plekken zijn ontstaan.
Wat moet de arts doen: meer of minder bloedverdunners voorschrijven? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 87**



EXTRA DOELSTELLING 15

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Bij de bloedgroepen A, B, AB en o onderscheidt men bloedfactoren (antigeen A en antigeen B) en antistoffen (anti-A en anti-B).
Welke van deze bloedfactoren en antistoffen komen voor in het bloed van een persoon met bloedgroep o?

	Bloedfactoren	*Antistoffen*
A	geen	geen
B	geen	anti-A en anti-B
C	antigeen A en antigeen B	geen
D	antigeen A en antigeen B	anti-A en anti-B

2 Iemand heeft bloedgroep A.
Van welke bloedgroep of van welke bloedgroepen kan deze persoon bloed ontvangen bij een bloedtransfusie?
- **A** Alleen bloed van bloedgroep A.
- **B** Alleen bloed van de bloedgroepen A of AB.
- **C** Alleen bloed van de bloedgroepen A of o.
- **D** Bloed van de bloedgroepen A, AB of o.

3 Emma en Britt zijn op reis in Oeganda. Ze krijgen een auto-ongeluk, waardoor Emma ernstig gewond raakt. Emma heeft bloedgroep B. In het dorpsziekenhuis is geen bloed van bloedgroep B beschikbaar. Haar vriend Thomas heeft bloedgroep A. Hij biedt zich aan als donor. De arts zegt dat Thomas geen geschikte donor is. Wat is hiervoor de reden?
- **A** Het bloed van Emma bevat antigeen A.
- **B** Het bloed van Emma bevat antigeen B.
- **C** Het bloed van Emma bevat anti-A.
- **D** Het bloed van Emma bevat anti-B.

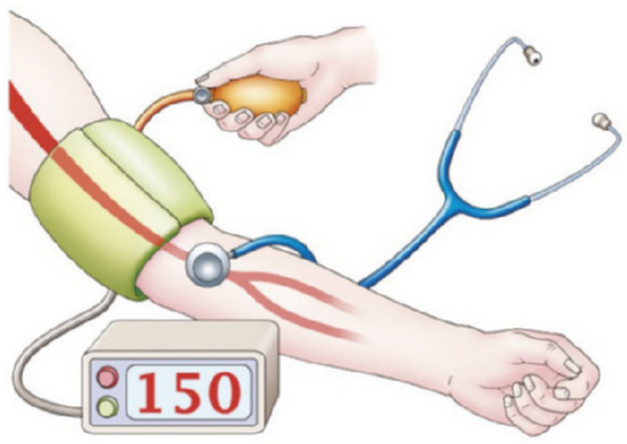
4 Twee leerlingen doen een uitspraak over bloedgroepen en bloedtransfusies.
Finn zegt dat iemand met bloedgroep AB bloed van alle bloedgroepen kan ontvangen doordat in bloedplasma van bloedgroep AB geen antistoffen zitten.
Jolien zegt dat bij een bloedtransfusie rode bloedcellen samenklonteren als antistof van de ontvanger reageert met antigeen.
Wie heeft (hebben) gelijk?
- **A** Alleen Finn heeft gelijk.
- **B** Alleen Jolien heeft gelijk.
- **C** Finn en Jolien hebben allebei gelijk.
- **D** Finn en Jolien hebben geen van beiden gelijk.

De verrijkingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingsstof uit drie onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

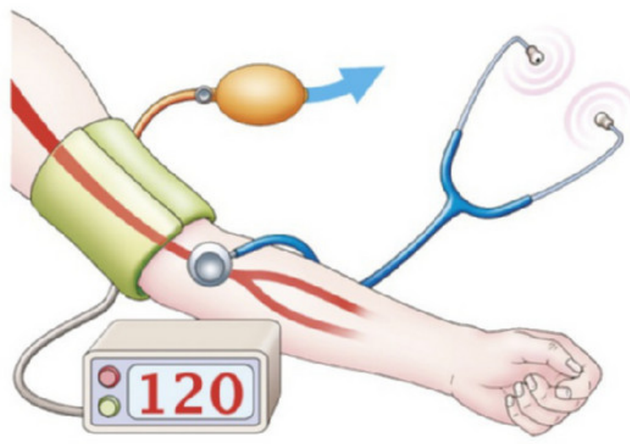
1 De bloeddruk meten

In afbeelding 88 is aangegeven hoe de bloeddruk wordt opgemeten. Door het opblazen van de manchet wordt de slagader van de arm dichtgedrukt (zie afbeelding 88.1). Met een **stethoscoop** wordt gecontroleerd of er geen bloed meer door de armslagader stroomt. De druk in de manchet is dan hoger dan de hoogste waarde van de bloeddruk in de armslagader (de toppen in de grafiek van afbeelding 89). Als de lucht langzaam uit de manchet wordt gelaten, is op een bepaald moment met de stethoscoop een stootsgewijs schavend geluid te horen: het **vaatgeruis**. De arts leest dan de bovendruk af (zie afbeelding 88.2). Vervolgens wordt meer lucht uit de manchet gelaten. Als er met de stethoscoop geen vaatgeruis meer is te horen, stroomt het bloed ongeremd door de slagader. De arts leest dan de onderdruk af (zie afbeelding 88.3).

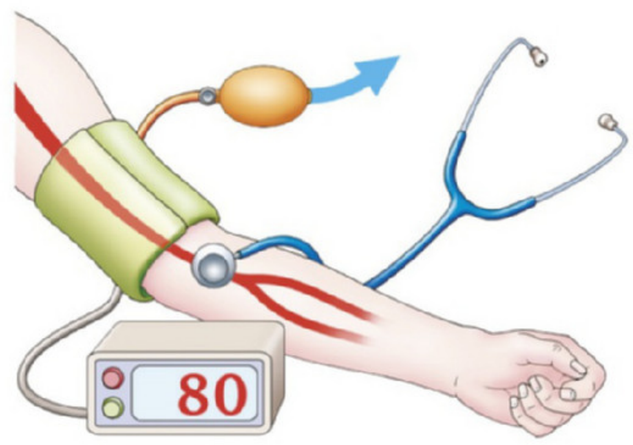
▼ **Afb. 88** Meting van de bloeddruk.



1 de manchet wordt opgepompt tot een druk die hoger is dan de hoogste bloeddruk in de armslagader

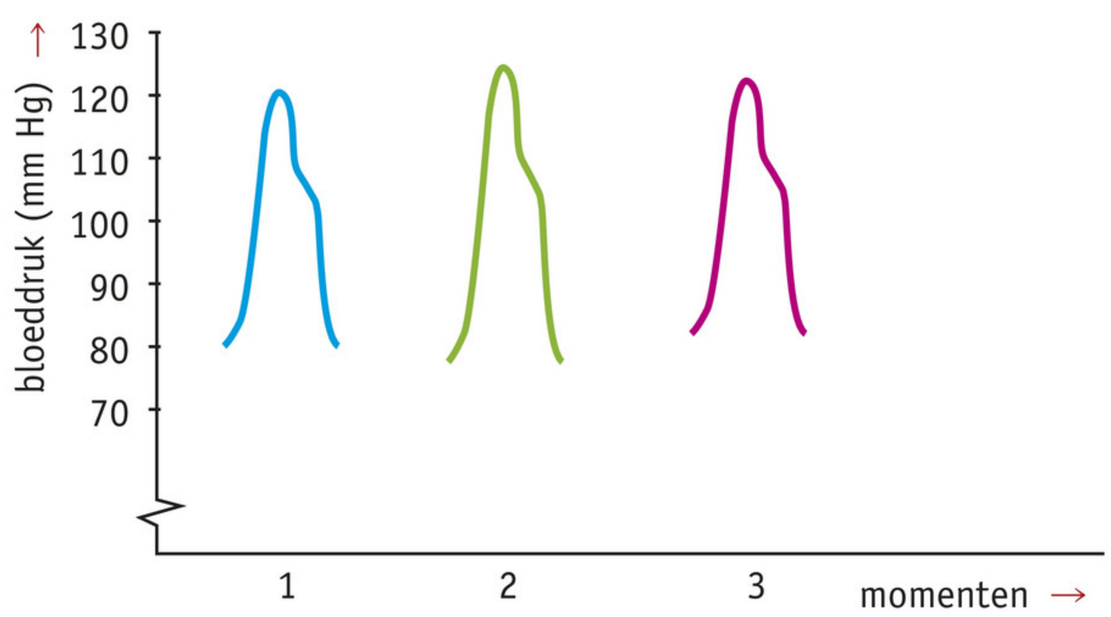


2 er is lucht ontsnapt uit de manchet tot de armslagader bij iedere hartslag een klein beetje bloed begint door te laten: de arts leest de bovendruk af



3 er is zoveel lucht ontsnapt dat de bloedstroom door de armslagader gelijkmatig verloopt: de arts leest de onderdruk af

▶ **Afb. 89** Bloeddrukmeting op drie momenten.



▼ **Afb. 90** Digitale polsbloeddrukmeter.

De bloeddruk geeft men weer in mm kwikdruk. Met digitale bloeddrukmeters kan men thuis de bloeddruk controleren (zie afbeelding 90). De gemiddelde bovendruk is 120 mm, de gemiddelde onderdruk 80 mm.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 129

149

2 Elektrocardiogram (ECG)

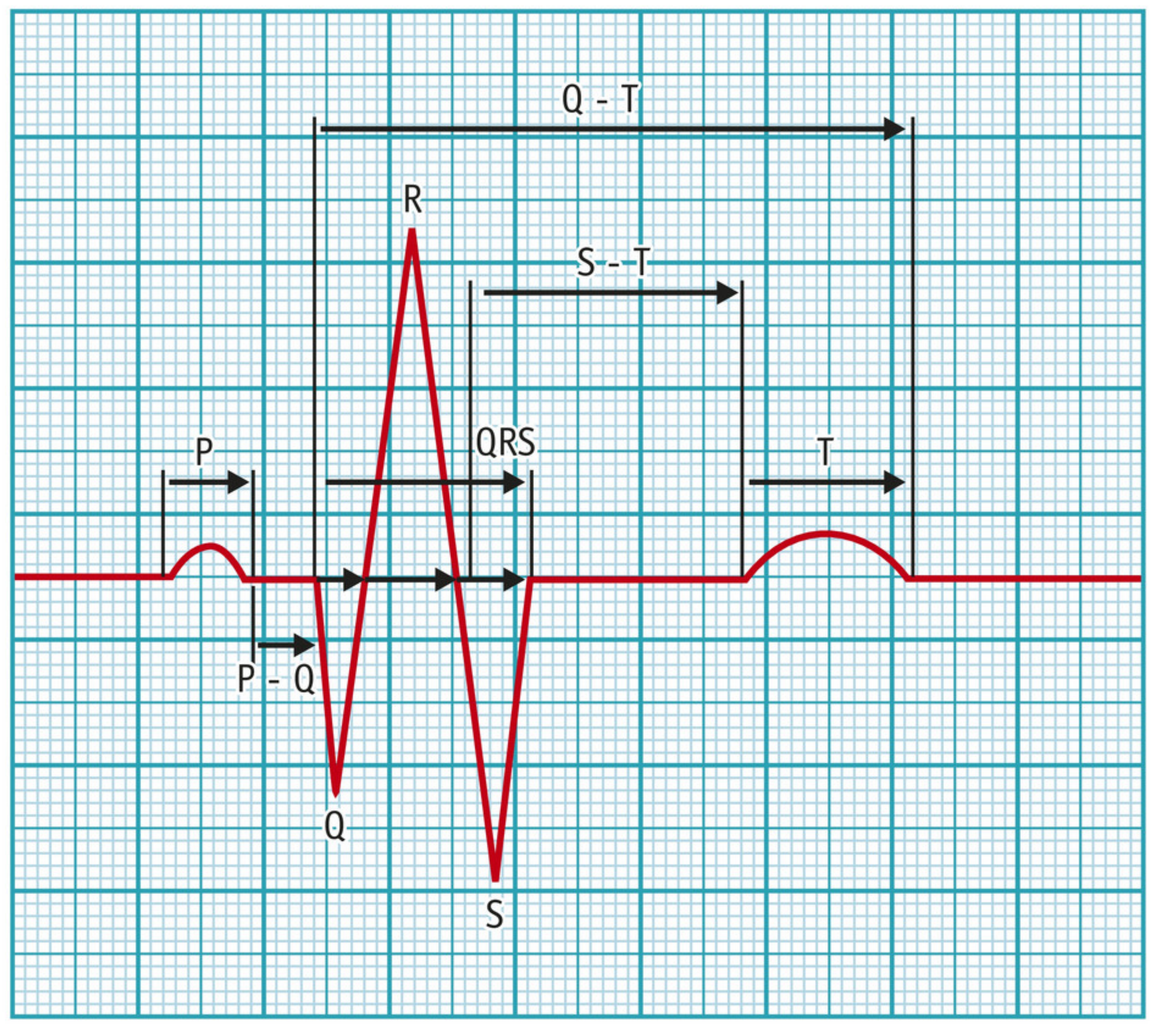
Een **elektrocardiogram** (**ECG**) is een grafiek van de elektrische activiteit van het hart. Het wordt ook wel 'hartfilmpje' genoemd. Voor het maken van een ECG krijgt iemand tien elektroden (iets wat de elektrische stroom goed opvangt en doorgeeft) op de huid geplakt: zes op de borst, twee op de armen en twee bij de enkels. Ook bij pasgeboren baby's wordt soms een ECG gemaakt (zie afbeelding 91). Voor een eenvoudig ECG zijn de elektroden op de polsen en enkels al voldoende. De elektroden zijn met een ECG-apparaat verbonden.

▼ **Afb. 91**

1 een ECG maken bij een pasgeboren kind

Vaak wordt een ECG afgenomen tijdens een **inspanningstest**. Veel hartziekten worden namelijk pas zichtbaar op het ECG als het hart extra wordt belast, bijvoorbeeld door op een hometrainer te fietsen.
De elektrische golf door het hart begint in een groepje spiercellen aan de bovenkant van de rechterboezem. Het eerste bultje op het ECG wordt de **P-golf** genoemd. Tijdens de P-golf trekken de boezems samen, waardoor het bloed naar de kamer kan stromen.
Na de P-golf wordt de lijn weer vlak. Tijdens de **QRS-piek** pompen de kamers het bloed naar de longen (rechterkamer) en via de aorta (linkerkamer) naar de rest van het lichaam.
Na de QRS-piek volgt even later weer een bultje (de **T-golf**). Deze ontstaat als de hartspier zich herstelt en voorbereidt op de volgende hartslag.

2 een ECG op een ECG-apparaat



3 de pieken en dalen op een ECG

Een cardioloog kan aan een ECG zien of het hart gezond is of ziek. Na een hartinfarct is bijvoorbeeld het gedeelte tussen S en de T-golf sterk verhoogd. Een deel van de hartspier krijgt dan geen zuurstof meer, waardoor het hart zich moeilijker kan herstellen. Op een ECG kan ook een hartritmestoornis te zien zijn.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 131

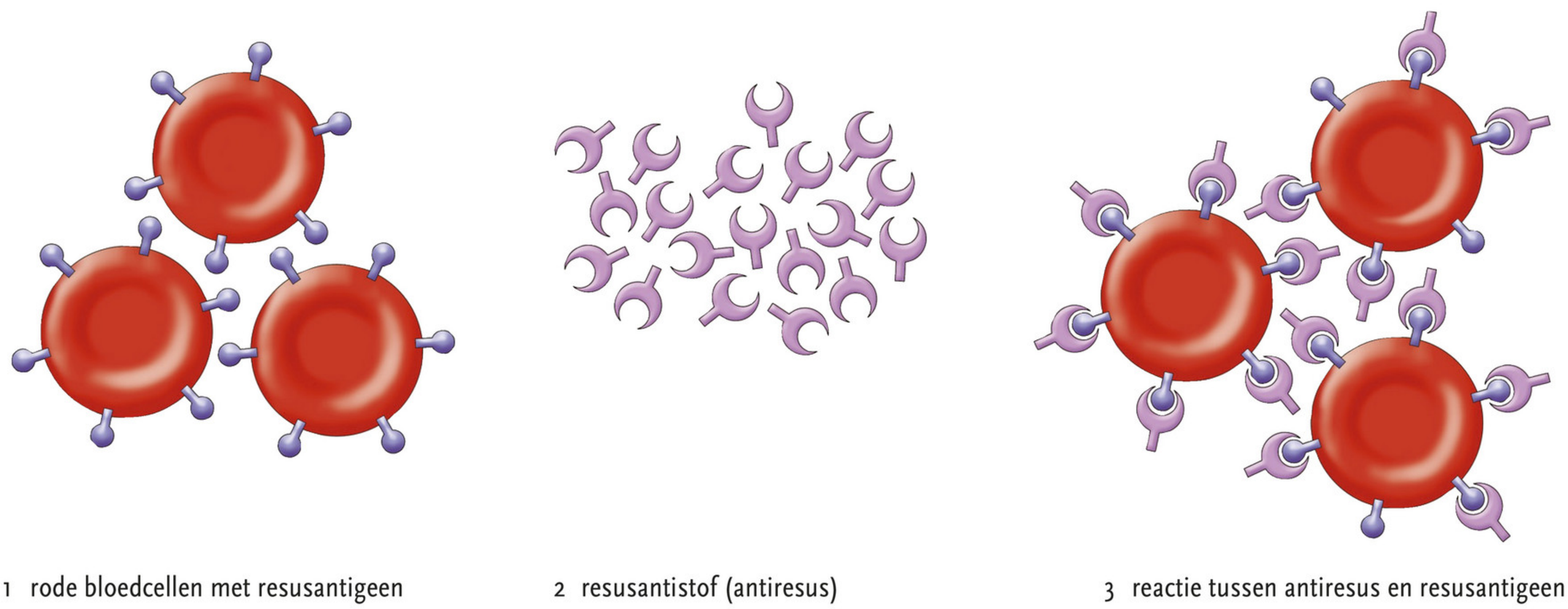
3 Resusfactor

In extra basisstof 11 heb je geleerd dat er door de bloedfactoren antigeen A en antigeen B vier bloedgroepen zijn. Maar er zijn nog andere bloedfactoren, waardoor er meer bloedgroepen zijn te onderscheiden. Een van die bloedfactoren is de **resusfactor** (**resusantigeen**). Deze bloedfactor komt ook voor bij het resusaapje (zie afbeelding 92).
Bloed met resusantigeen wordt **resuspositief** bloed genoemd (**Rh+**). Mensen die dit resusantigeen niet hebben, zijn **resusnegatief** (**Rh–**). Deze mensen kunnen **antistof** maken tegen het resusantigeen als ze in contact komen met resuspositief bloed (zie afbeelding 93).

Als een patiënt met resusnegatief bloed (bijvoorbeeld A Rh–) resuspositief donorbloed ontvangt (bijvoorbeeld A Rh+), zal deze persoon antiresus maken. Het maken van antiresus verloopt de eerste keer echter zo langzaam dat de bloedtransfusie geen problemen oplevert. Bij een volgende transfusie wordt er wel antiresus gemaakt waardoor de rode bloedcellen samenklonteren (zie afbeelding 93.3).

▼ **Afb. 92** Resusaapjes.

▼ **Afb. 93** Resusantigeen en antiresus (schematisch).

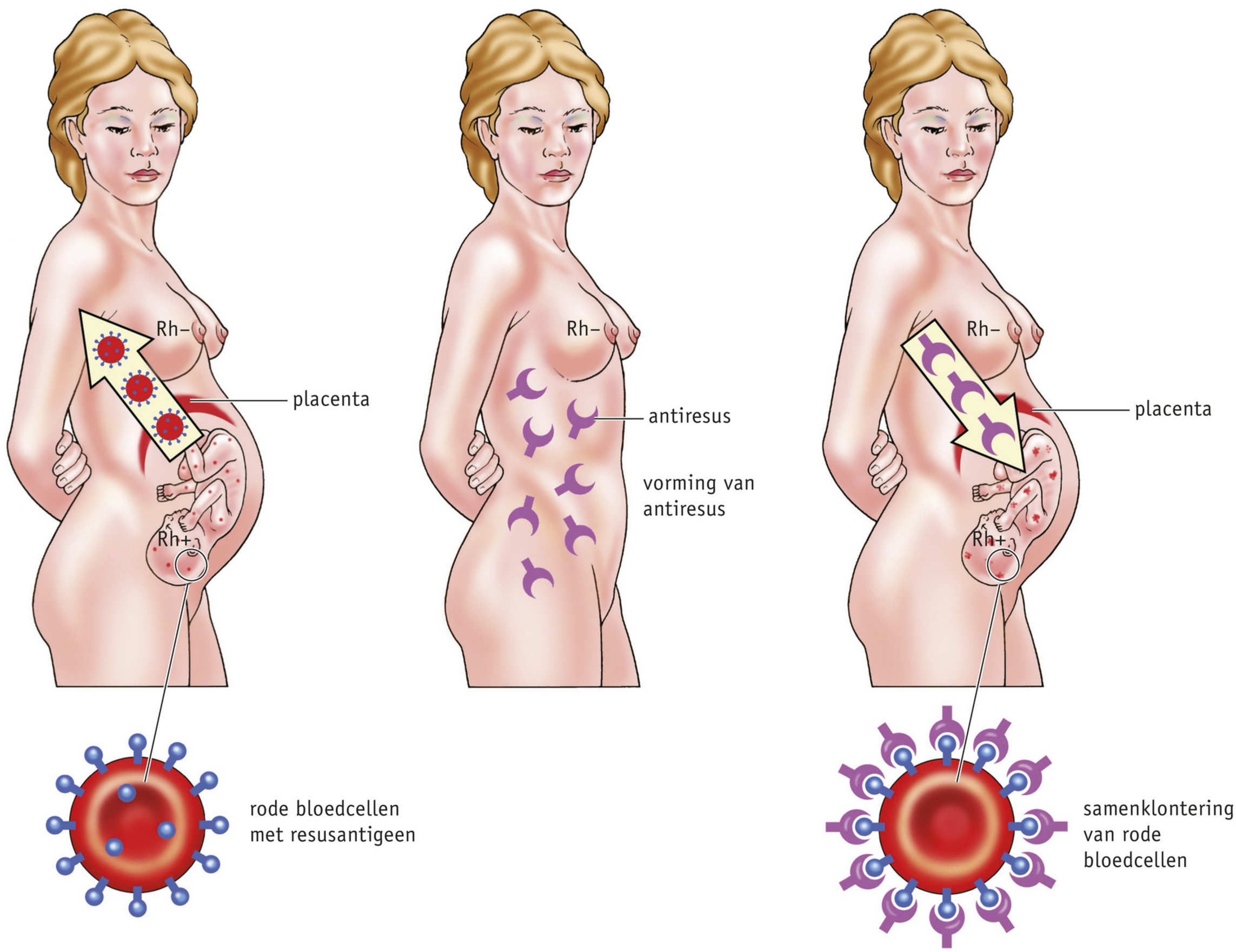


1 rode bloedcellen met resusantigeen
2 resusantistof (antiresus)
3 reactie tussen antiresus en resusantigeen

RESUSFACTOR EN ZWANGERSCHAP

Als een resusnegatieve vrouw zwanger is van een resuspositief kind, kunnen soms rode bloedcellen van het kind in de bloedsomloop van de moeder terechtkomen (zie afbeelding 94.1). De moeder maakt dan antiresus tegen de binnengekomen rode bloedcellen met de resusfactor. Voor het eerste kind heeft dat geen gevolgen, omdat de moeder maar langzaam antiresus maakt. Als bij een volgende zwangerschap het kind weer resuspositief is, kan er wel antiresus uit het bloed van de moeder in het bloed van het kind terechtkomen (zie afbeelding 94.3).

▼ **Afb. 94** Het ontstaan van een resuskindje (schematisch).



1 bij de eerste zwangerschap en geboorte

2 tussen de eerste en tweede zwangerschap

3 bij de tweede en volgende zwangerschappen

Doordat rode bloedcellen van het kind samenklonteren en te gronde gaan, kan dit onder andere leiden tot bloedarmoede, hersen- en nierbeschadiging, zodat zelfs een bloedtransfusie in de baarmoeder nodig is. Een kind bij wie deze verschijnselen optreden, heeft de **resusziekte** en wordt een **resuskind** genoemd.

Resusziekte kan worden voorkomen door direct na de geboorte bij een resusnegatieve moeder antiresus in te spuiten. Als er dan rode bloedcellen met resusantigeen van het kind in het bloed van de moeder zijn terechtgekomen, klonteren deze door het ingespoten antiresus meteen samen. De samengeklonterde rode bloedcellen worden afgebroken. De moeder ondervindt hiervan geen schadelijke gevolgen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 134

4 Voortplanting

BASISSTOF

1 Je verandert ... 156
2 Het voortplantingsstelsel van een man 161
3 Het voortplantingsstelsel van een vrouw 164
4 Menstruatie 169
5 Seksualiteit 171
6 Geboorteregeling 174
7 Zwangerschap en geboorte 179
8 Seksueel overdraagbare aandoeningen 185
9 Andere manieren van geboorteregeling 190

EXTRA BASISSTOF

10 Andere seksueel overdraagbare aandoeningen 194
11 In-vitrofertilisatie 196

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting 198
Diagnostische toets 202

VERRIJKINGSSTOF

1 Onderzoeken vergelijken 210
2 Voortplanting bij dieren 211
3 De bijsluiter van de pil 213

Dit thema heet: Voortplanting. Ieder mens sterft op een bepaald moment. Doordat mensen zich voortplanten, komen er steeds nieuwe mensen.
Ongeveer na je tiende verjaardag vinden er in je lichaam veel veranderingen plaats. Je voortplantingsorganen beginnen te werken. Een jongen krijgt zijn eerste zaadlozing en een meisje wordt voor het eerst ongesteld. In dit thema leer je hoe de voortplantingsorganen zijn gebouwd en hoe ze werken.
Een man en een vrouw kunnen geslachtsgemeenschap met elkaar hebben. Daardoor kan een vrouw zwanger raken. Je leert over zwangerschap en hoe je zwangerschap kunt voorkomen.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Je verandert ...

Mensen verschillen erg van elkaar. Mannen zien er anders uit dan vrouwen, jongens anders dan meisjes. Jonge mannen zien er weer anders uit dan oudere mannen. En zelfs tussen twee jongens van dezelfde leeftijd kun je verschillen zien. Zodra een baby is geboren, zie je meteen of het een jongetje of een meisje is.
De kenmerken van mensen waaraan we het geslacht herkennen, noemen we **geslachtskenmerken**. De geslachtskenmerken die al bij de geboorte aanwezig zijn, heten **primaire geslachtskenmerken**. In afbeelding 1 zie je de primaire geslachtskenmerken van een jongetje en een meisje. Een jongetje herken je aan zijn penis en zijn balzak. Een meisje herken je aan haar vagina en haar schaamlippen.

▶ **Afb. 1** Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.

Ongeveer na je tiende verjaardag vinden er veranderingen bij jezelf plaats. Vanaf ongeveer je twaalfde jaar kom je in de **puberteit**. In de puberteit verander je lichamelijk, geestelijk en sociaal.

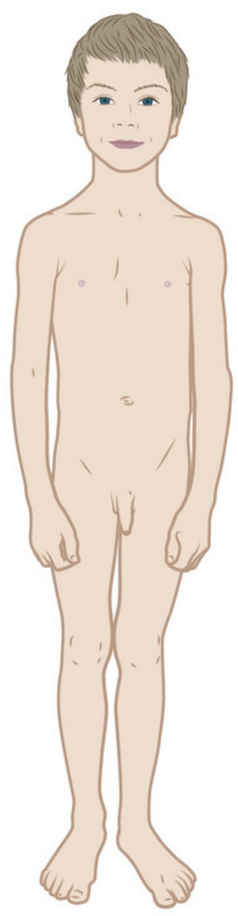
LICHAMELIJKE VERANDERINGEN

Sommige van de **lichamelijke veranderingen** kun je aan jezelf zien. Bijvoorbeeld dat je op ongeveer 12-jarige leeftijd snel begint te groeien (de **groeispurt**). Je kunt je daardoor lang en slungelachtig gaan voelen. Je krijgt haargroei onder je oksels

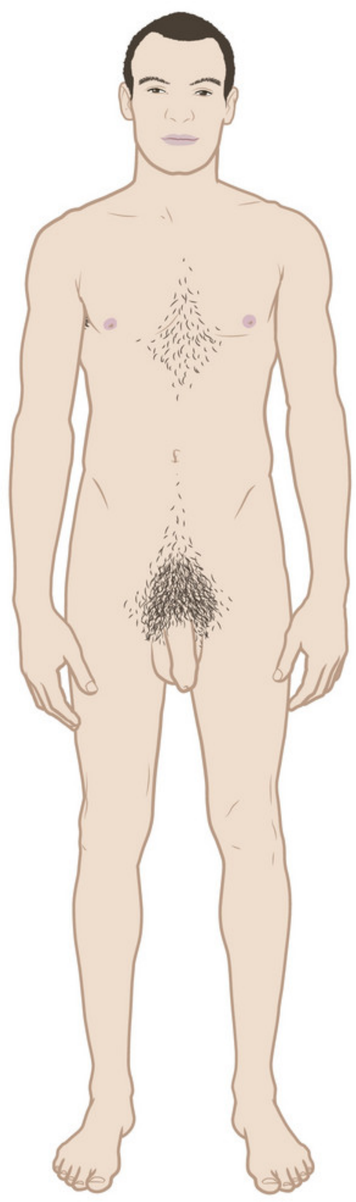
en rond je geslachtsorganen. Andere lichamelijke veranderingen kun je niet aan jezelf zien. Bijvoorbeeld dat in je lichaam je voortplantingsorganen beginnen te functioneren.

De geslachtskenmerken die ongeveer vanaf je tiende jaar ontstaan, heten **secundaire geslachtskenmerken**. Je kunt deze kenmerken zien als je een volwassene vergelijkt met een kind. In afbeelding 2 zie je dat een volwassen man een meer gespierde lichaamsbouw heeft dan een jongen. De man heeft een baard en borsthaar. Verder heeft de man in de puberteit een lagere stem gekregen ('de baard in de keel').
In afbeelding 3.2 zie je secundaire geslachtskenmerken bij een vrouw. Je ziet dat een vrouw rondere lichaamsvormen heeft dan een meisje. Ook heeft de vrouw in de puberteit borsten en bredere heupen gekregen.

▼ **Afb. 2** Geslachtskenmerken bij jongens en mannen.

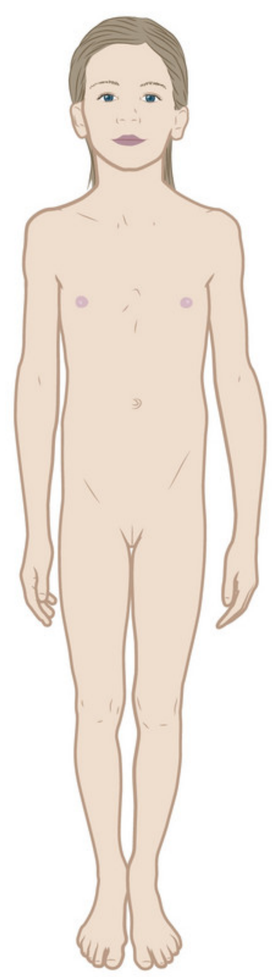


1 primaire geslachtskenmerken bij een jongen

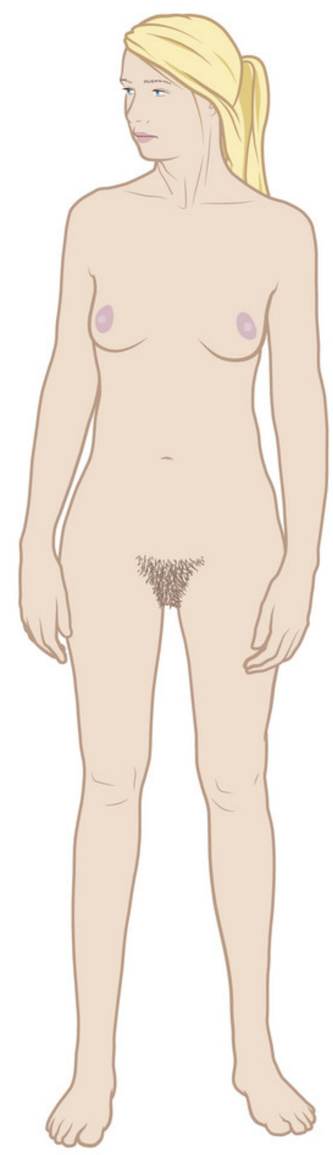


2 secundaire geslachtskenmerken bij een man

▼ **Afb. 3** Geslachtskenmerken bij meisjes en vrouwen.



1 primaire geslachtskenmerken bij een meisje

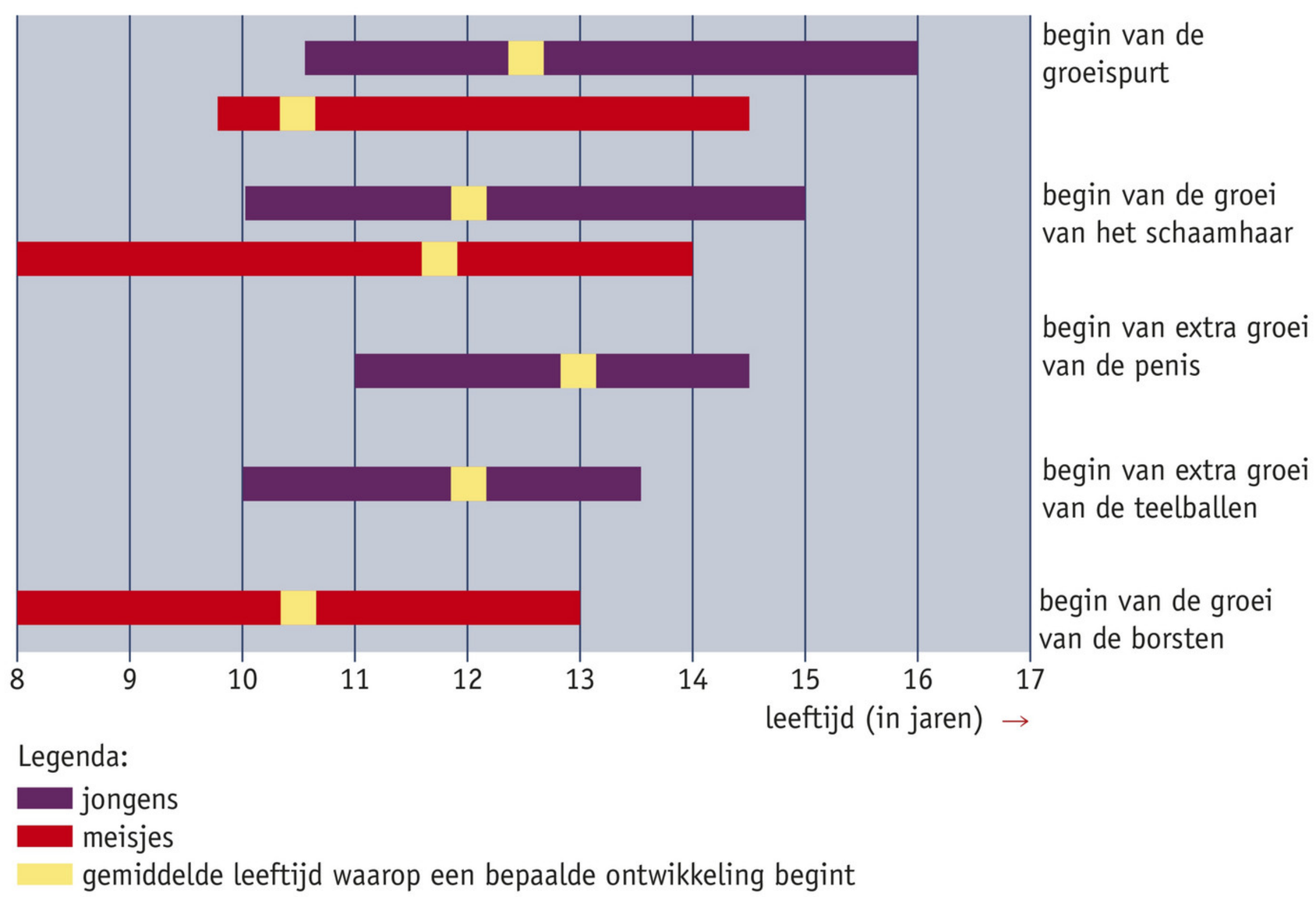


2 secundaire geslachtskenmerken bij een vrouw

De lichamelijke veranderingen in de puberteit komen niet allemaal tegelijk. Sommige veranderingen komen vroeg in de puberteit, andere pas heel laat. Bij sommige mensen kunnen bepaalde veranderingen zelfs (bijna) helemaal wegblijven. Veel mannen krijgen bijvoorbeeld geen borsthaar en sommige mannen krijgen nauwelijks baardgroei.

In afbeelding 4 is voor enkele veranderingen weergegeven op welke leeftijd bij jongens en meisjes de ontwikkeling ervan kan beginnen. Je ziet dat deze leeftijd nogal kan verschillen. Iedere jongen en ieder meisje ontwikkelen zich in een eigen tempo. Je hoeft je dan ook niet bezorgd te maken als je 'laat' bent of juist 'vroeg'. Vaak maken meisjes zich zorgen over de manier waarop hun borsten zich ontwikkelen. Bijvoorbeeld omdat de ene borst sneller groeit dan de andere. Dit trekt later weer bij. Of ze maken zich zorgen omdat ze hun borsten te groot of te klein vinden. Er bestaan echter geen ideale borsten en er bestaat geen ideaal lichaam, ook al willen sommige reclamemakers dat wel doen geloven (zie afbeelding 5).
Tijdens de puberteit worden bij meisjes de tepels groter en donkerder. De tepels kunnen opzetten als ze worden gestreeld. Ook door de kou kunnen tepels opzetten.

▼ **Afb. 4** Schema van de ontwikkeling van jongens en meisjes.



GEESTELIJKE VERANDERINGEN

In de puberteit verander je ook **geestelijk**. Je groeit langzaam naar de volwassenheid toe: je gevoelens veranderen en je wordt zelfstandiger. Bij de een gaat dit wat sneller dan bij de ander. Gemiddeld worden meisjes eerder volwassen dan jongens.
In de puberteit krijg je meer belangstelling voor andere mensen. **Seksualiteit** begint een steeds belangrijkere rol in je leven te spelen. Je voelt je soms heel sterk aangetrokken tot één speciaal persoon en kunt dan **verliefd** worden. Je probeert zijn of haar aandacht te trekken en extra aardig voor deze persoon te zijn. Als de ander ook verliefd op jou wordt, voel je je heel gelukkig. Je kunt met deze persoon een vaste **relatie** beginnen ('verkering').
Dat je van elkaar houdt, kun je elkaar laten blijken door te strelen, te knuffelen en te vrijen. Uiteindelijk kan dat ertoe leiden dat je **geslachtsgemeenschap** hebt.

▼ Afb. 5

Invloed tv op tevredenheid over eigen lijf

Veel jongeren zien in allerlei reclames zogenoemde 'ideale' lichamen en vinden vaak dat hun lijf er ook zo uit zou moeten zien. Maar deze modellen zijn professioneel opgemaakt. De beelden zijn ook nog eens op de computer bewerkt en dus niet erg realistisch (zie foto's). Je doet je zelf tekort als je je eigen lijf daarmee vergelijkt. Normale lichamen zien er heel anders uit dan de modellen in de media. Kijk maar eens goed rond in het zwembad.
Professor Liesbeth Woertman onderzocht of er een verband bestaat tussen tv-kijken en tevreden zijn met je eigen lichaam, bij meisjes van 12 tot 18 jaar. Als er een verband bestaat tussen tv-kijken en tevreden zijn met je eigen lijf, is er een verschil in de gemiddelde tevredenheid over je eigen lijf tussen een groep meisjes die veel tv-kijkt en groep meisjes die weinig of geen tv-kijkt.

in het echt gemanipuleerd

ONDERZOEK	HET VERBAND TUSSEN TV-KIJKEN EN TEVREDEN ZIJN MET JE EIGEN LIJF	
Hypothese	Het kijken naar programma's over het uiterlijk op tv maakt meisjes minder tevreden met het eigen lijf.	
Experiment	Een enquête op internet werd door 4839 meisjes ingevuld. Op de uitslag van de enquête wordt een wiskundige formule toegepast om het verband te meten tussen het aantal uren dat je tv-kijkt en de tevredenheid met het eigen lichaam. Uit de formule komt een getal tussen 1 en –1. Is het verband negatief dan is de uitkomst van de formule een negatief getal, bijvoorbeeld –0,2 dan zijn meisjes die veel tv-kijken meer tevreden over hun lijf dan meisjes die weinig tv-kijken. Is de uitkomst een positief getal, dan is het andersom.	
Resultaat	**Het verband tussen tv-kijken en:**	**Uitkomst formule**
	– het eigen lichaam graag anders willen	0,09
	– het eigen lichaam negatief beoordelen	0,08
	– gratis iets aan het gezicht willen laten veranderen door een schoonheidsspecialist of een plastisch chirurg	0,22

▶ **Afb. 6** Verliefd!

SOCIALE VERANDERINGEN

In de puberteit verander je ook **sociaal**. Je gaat je anders opstellen tegenover je ouders. Je wilt niet meer als een kind worden behandeld. Soms heb je last van woede-uitbarstingen. Ook ga je anders om met je vrienden of vriendinnen. Terwijl je vroeger misschien het liefst één goede vriend of vriendin had, voel je je nu misschien beter in een groepje jongeren.
Je kunt je puberteit ervaren als een leuke of spannende tijd. Maar je kunt je ook vaak heel onzeker voelen, of eenzaam en verdrietig. Deze gevoelens horen bij de puberteit. Als je ouder wordt, heb je er weer minder vaak last van.

WB OPDRACHT 1 T/M 4 BLZ. 136

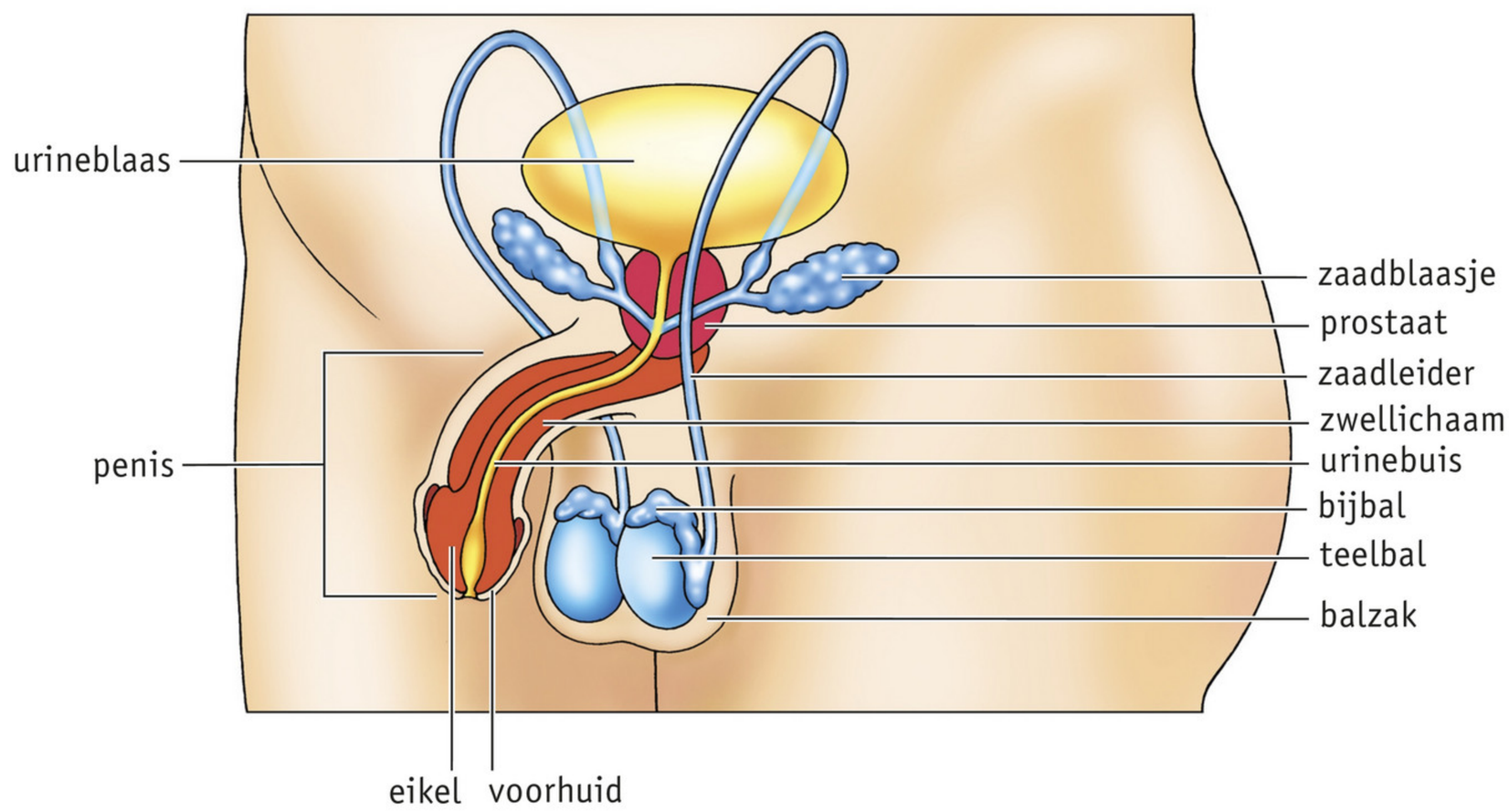
▶ **Afb. 7**

2 Het voortplantingsstelsel van een man

In afbeelding 8 zie je een naakte man. Je ziet maar een deel van zijn voortplantingsstelsel. De rest van zijn voortplantingsorganen ligt in de onderbuik. In afbeelding 9 is het voortplantingsstelsel van een man schematisch getekend.

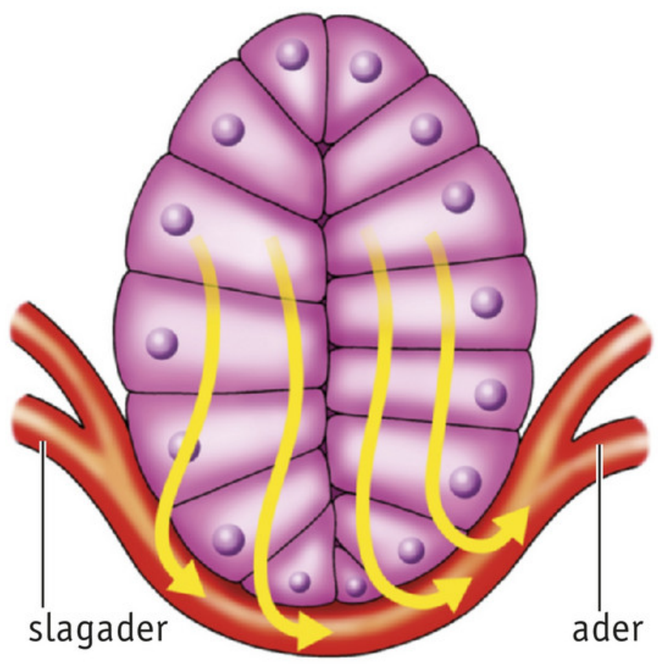
▼ **Afb. 8**

▼ **Afb. 9** Het voortplantingsstelsel van een man (schematisch).



Als een jongen ongeveer 13 jaar is, beginnen zijn **teelballen** te functioneren. Vanaf die leeftijd produceren de teelballen elke dag vele miljoenen **zaadcellen** (**spermacellen**). Zaadcellen zijn de mannelijke geslachtscellen. De teelballen liggen in een huidplooi, de **balzak**. De temperatuur in de balzak is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van de zaadcellen.

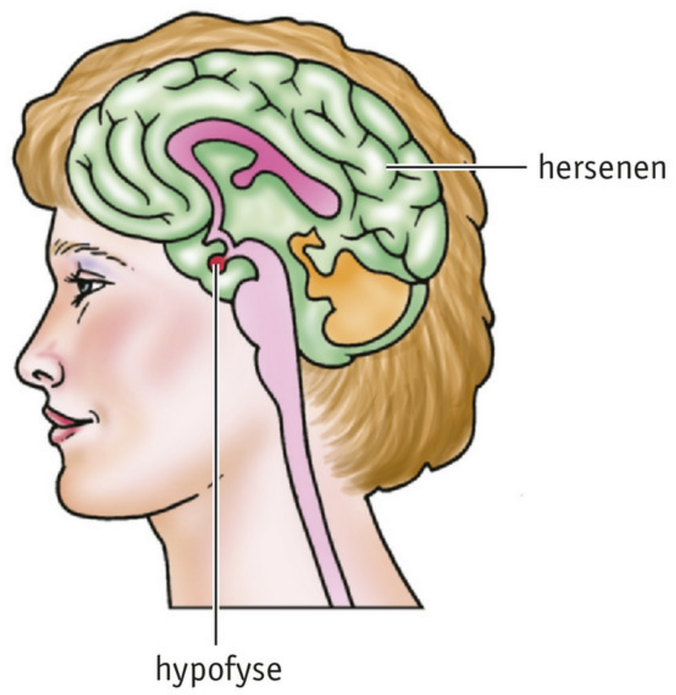
▼ **Afb. 10** Een hormoonklier geeft hormonen af aan het bloed, waarna het bloed de hormonen naar alle delen van het lichaam vervoert.



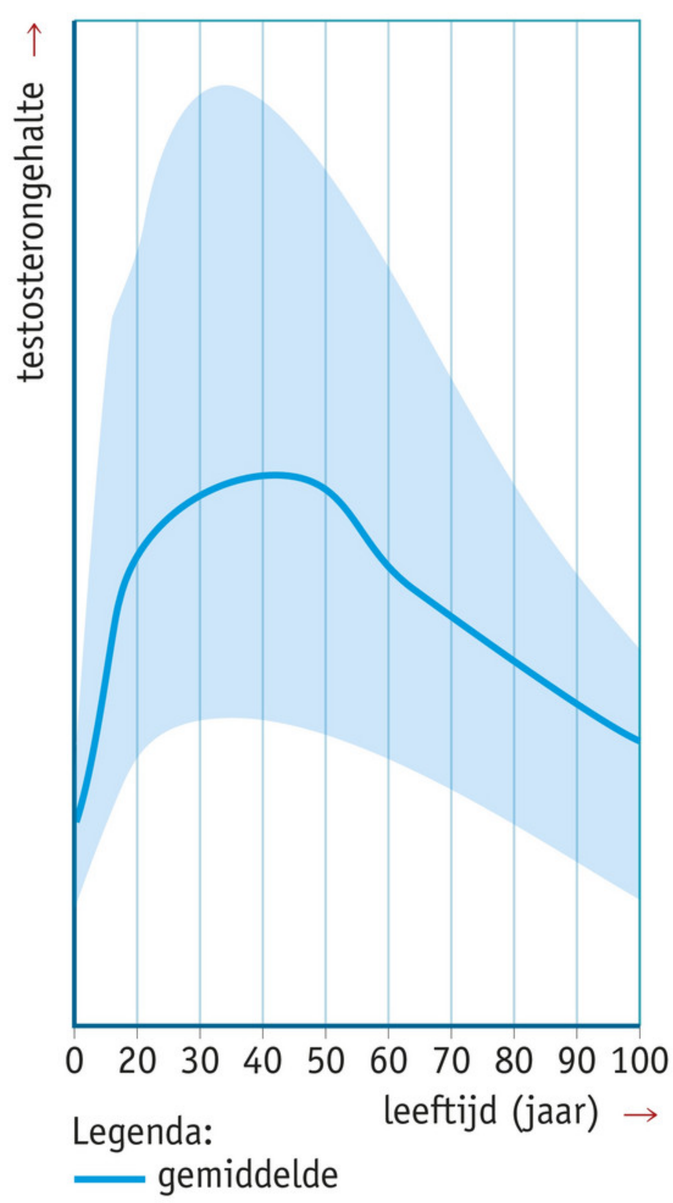
Bij de vorming van geslachtscellen spelen **hormonen** een belangrijke rol. Hormonen zijn stoffen die allerlei processen in je lichaam regelen. Hormonen worden geproduceerd door **hormoonklieren** (zie afbeelding 10). De hormoonklieren geven de hormonen af aan het bloed. Met het bloed stromen de hormonen door je hele lichaam. Ze zijn echter alleen werkzaam in de organen die er gevoelig voor zijn.

Een belangrijke hormoonklier is de **hypofyse**. Deze ligt tegen de onderzijde van de hersenen aan (zie afbeelding 11). In de puberteit begint de hypofyse bepaalde stimulerende hormonen te produceren. Onder invloed van deze hormonen worden bij een jongen of man in de teelballen zaadcellen en het **mannelijke geslachtshormoon testosteron** gevormd (zie afbeelding 12). Bij een man produceert de hypofyse deze stimulerende hormonen tot op hoge leeftijd. Zaadcellen kunnen dan ook tot op hoge leeftijd worden gevormd. Onder invloed van testosteron ontstaan in de puberteit de secundaire geslachtskenmerken bij een jongen.

▼ **Afb. 11** Ligging van de hypofyse.



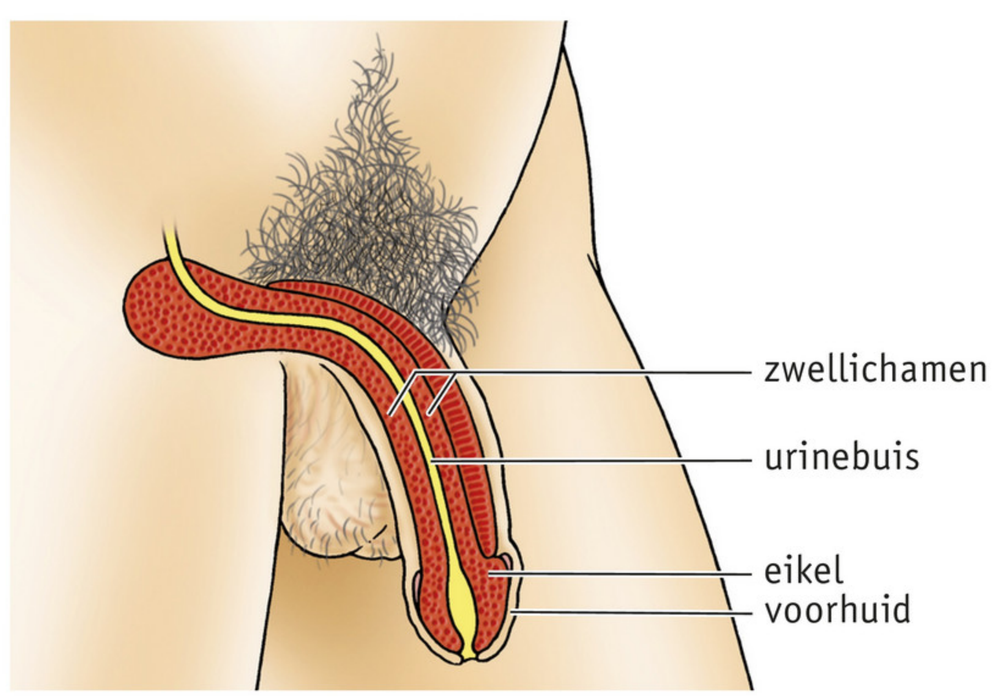
▼ **Afb. 12** Onder invloed van hormonen uit de hypofyse gaan de teelballen in de puberteit het hormoon testosteron produceren.



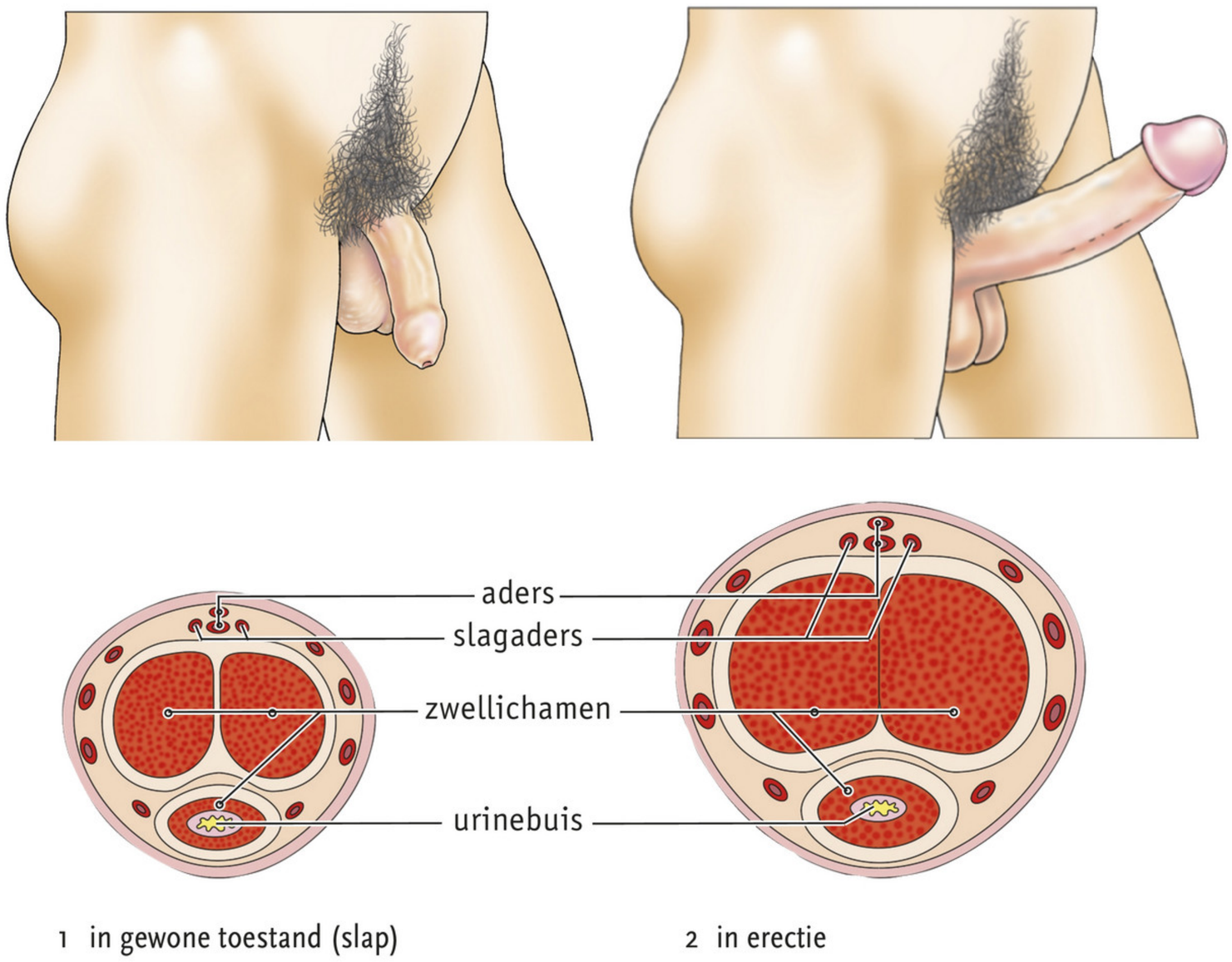
De zaadcellen worden tijdelijk opgeslagen in de **bijballen**. De **zaadleiders** vervoeren de zaadcellen.
De **zaadblaasjes** en de **prostaat** voegen vocht toe aan de zaadcellen. Het vocht uit de zaadblaasjes bevat voedingsstoffen voor de zaadcellen. Het vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat met de zaadcellen samen noemen we **sperma**.
Bij de prostaat komen de zaadleiders uit in de **urinebuis**. Bij een **zaadlozing** komt het sperma door de urinebuis naar buiten. De urinebuis voert ook urine af vanuit de urineblaas.
De urinebuis loopt door de **penis**. De top van de penis (de **eikel**) is erg gevoelig. Het aanraken van de eikel is vaak een prikkel, waardoor een man seksueel opgewonden wordt. De eikel is bedekt met een dunne huidplooi, de **voorhuid**.
De voorhuid is zo ruim dat deze over de eikel kan worden teruggetrokken. Om ontsteking te voorkomen, is het belangrijk dat een jongen of man elke dag bij het douchen de voorhuid even terugtrekt en de eikel en de voorhuid afspoelt. Bij sommige volkeren wordt de voorhuid weggesneden. Dit heet 'besnijden'. Vaak gebeurt dit om hygiënische redenen. Soms gebeurt dit om godsdienstige reden, bijvoorbeeld bij joden en moslims.

De penis dient voor het inbrengen van zaadcellen in het lichaam van een vrouw. De penis hangt meestal slap, maar hij kan ook groter en stijf worden. We noemen dat een 'stijve' of een **erectie**. Een erectie wordt veroorzaakt door de **zwellichamen** in de penis (zie afbeelding 13). Deze kunnen zich met bloed vullen, waardoor ze groter en steviger worden.
De penis komt dan in erectie (zie afbeelding 14). De grootte en de vorm van de penis in slappe toestand verschillen nogal van man tot man. Maar bij penissen in erectie is er niet zoveel verschil. Overigens is de grootte van de penis niet zo belangrijk bij het krijgen van fijne gevoelens.
Jongens en mannen kunnen op de vervelendste momenten een erectie krijgen. Bijvoorbeeld tijdens een onderzoek door een dokter, bij een stoeipartijtje of bij intiem dansen. Vaak hebben jongens en mannen 's nachts een erectie of als ze wakker worden.

▼ **Afb. 13**



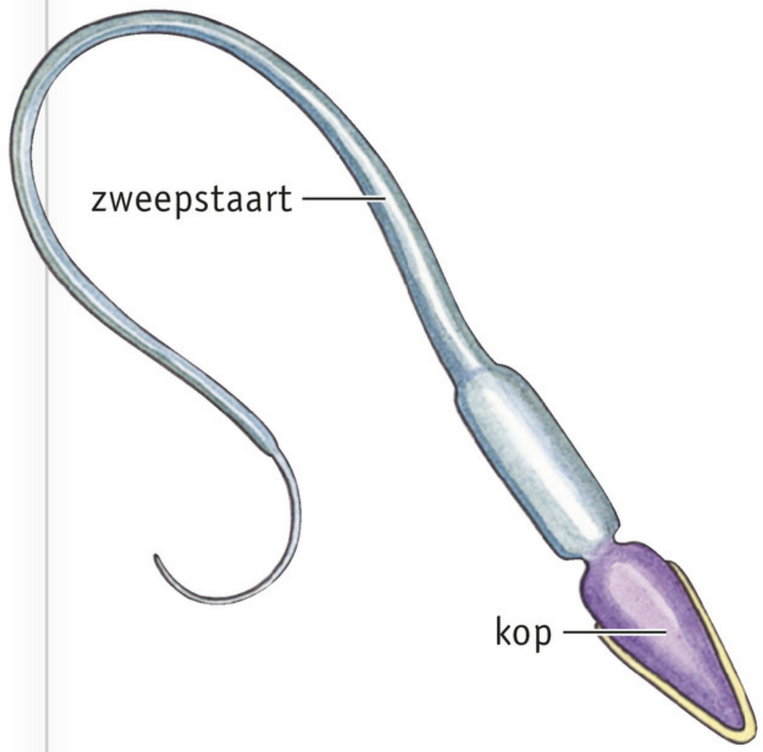
▶ **Afb. 14** De penis (buitenaanzicht en dwarsdoorsnede).



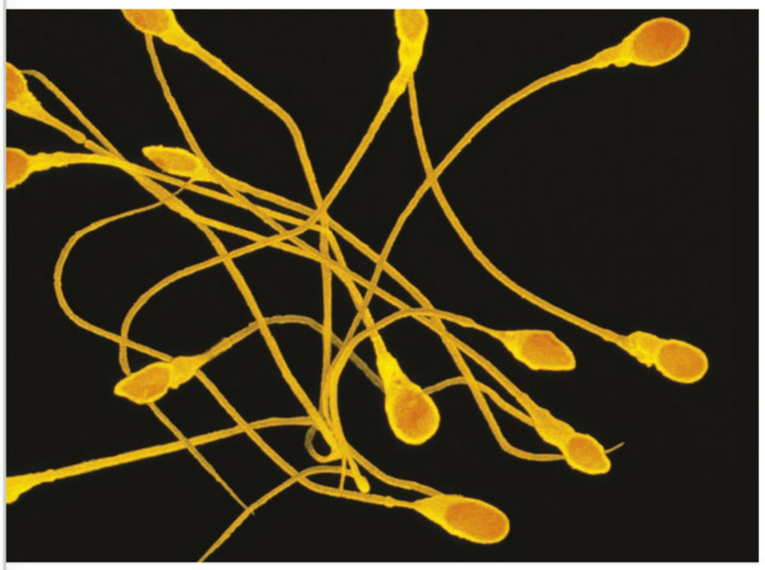
1 in gewone toestand (slap)

2 in erectie

▼ **Afb. 15** Een zaadcel.



1 schematische tekening



2 elektronenmicroscopische foto van zaadcellen (vergroting 2000×)

ZAADLOZINGEN

Bij **geslachtsgemeenschap** brengt een man zijn penis in de vagina van een vrouw. De penis is dan in erectie. Door bewegingen van man en vrouw wordt de penis in de vagina op en neer bewogen. De eikel wordt daarbij voortdurend geprikkeld. Daardoor kan de man een **zaadlozing** krijgen. Hierbij komt het sperma met schokken uit de penis. Het sperma komt dan in de vagina van de vrouw.
Per zaadlozing komt ongeveer een theelepel sperma uit de penis. Sperma is kleverig en melkwit van kleur. Je hebt geleerd dat sperma uit vocht met zaadcellen bestaat. Eén zaadlozing bevat 100 tot 400 miljoen zaadcellen. Een zaadcel is heel klein (zie afbeelding 15). Met de **zweepstaart** kan een zaadcel zich voortbewegen.

Een zaadlozing geeft de man een lekker gevoel. We noemen dat **klaarkomen** of het krijgen van een **orgasme**. Een jongen of man kan ook zelf zorgen voor een orgasme. Dit heet **zelfbevrediging** of **masturbatie**. Door zichzelf te strelen, kan een jongen of man een erectie krijgen. Door met de hand de huid om de penis op en neer te bewegen, kan er een zaadlozing komen. Dit wordt 'aftrekken' genoemd.
Soms komt 's nachts als de man of jongen slaapt een zaadlozing vanzelf. Dat heet een 'natte droom'. Gemiddeld krijgt een jongen zijn eerste zaadlozing rond zijn 13e jaar. Er zijn jongens die al zaadlozingen krijgen als ze 11 jaar zijn, anderen krijgen hun eerste zaadlozing pas als ze 18 jaar zijn.

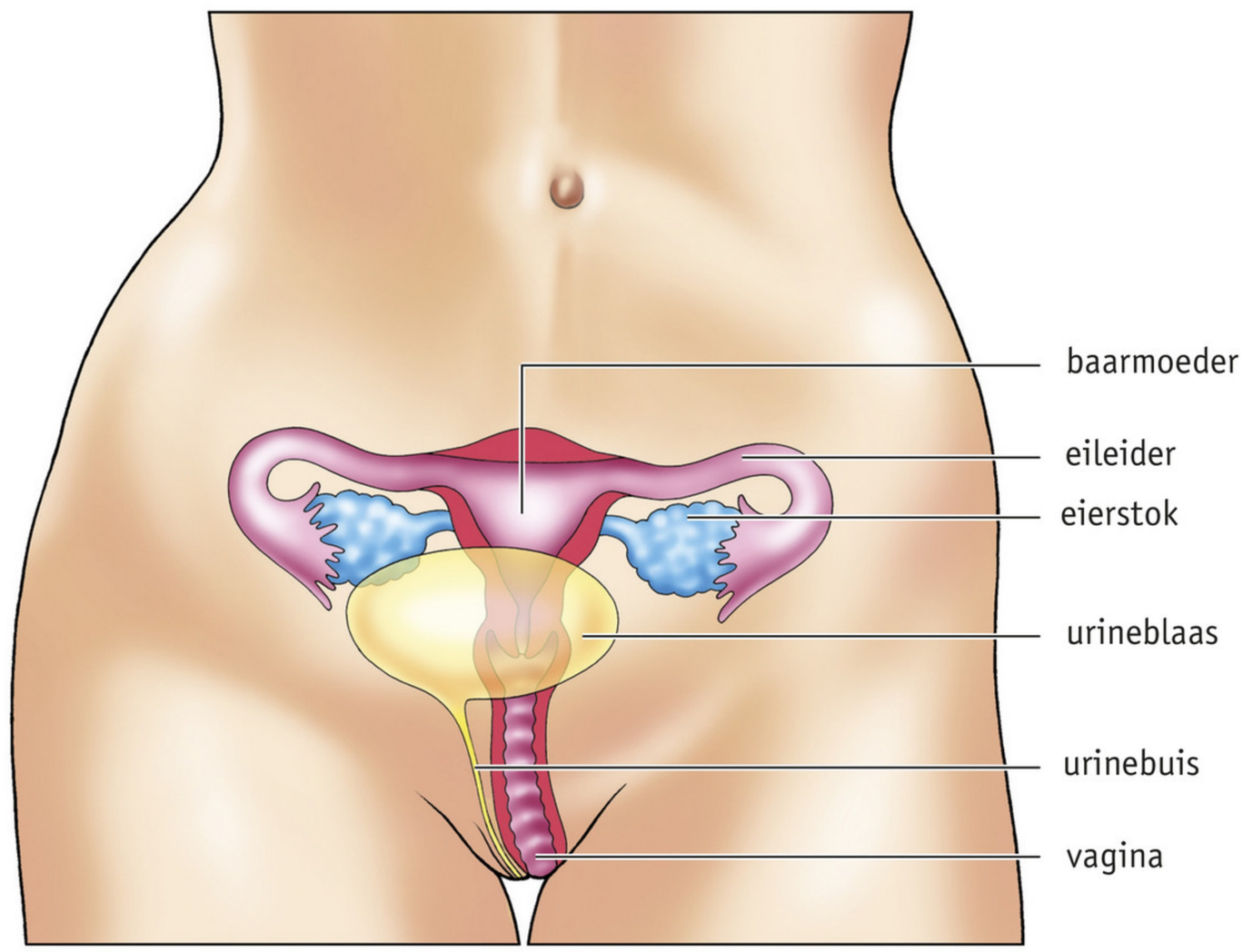
WB OPDRACHT 5 T/M 9 BLZ. 138

3 Het voortplantingsstelsel van een vrouw

Van het voortplantingsstelsel is bij een vrouw minder te zien dan bij een man (zie afbeelding 16). Bij een vrouw liggen de meeste voortplantingsorganen in de onderbuik (zie afbeelding 17).

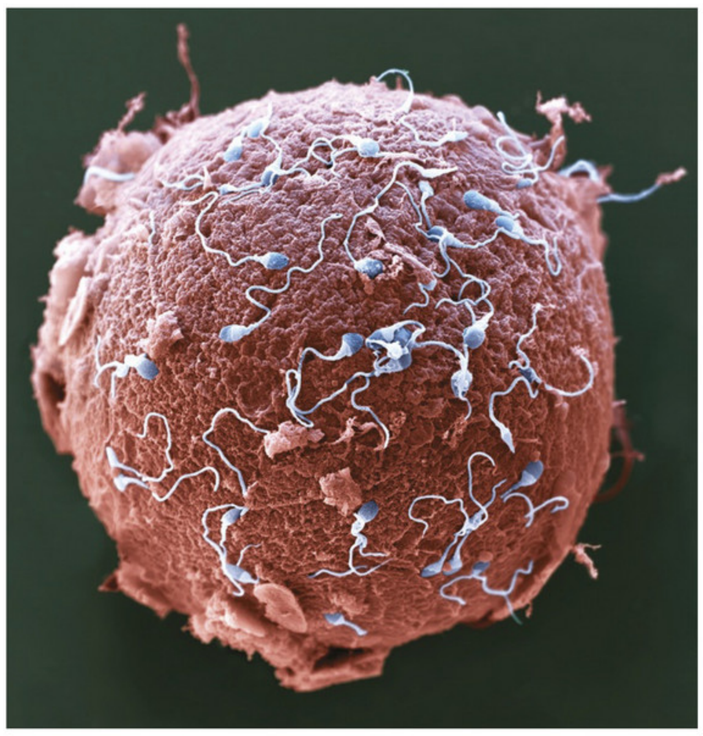
▼ **Afb. 16**

▼ **Afb. 17** Het voortplantingsstelsel van een vrouw (schematisch).

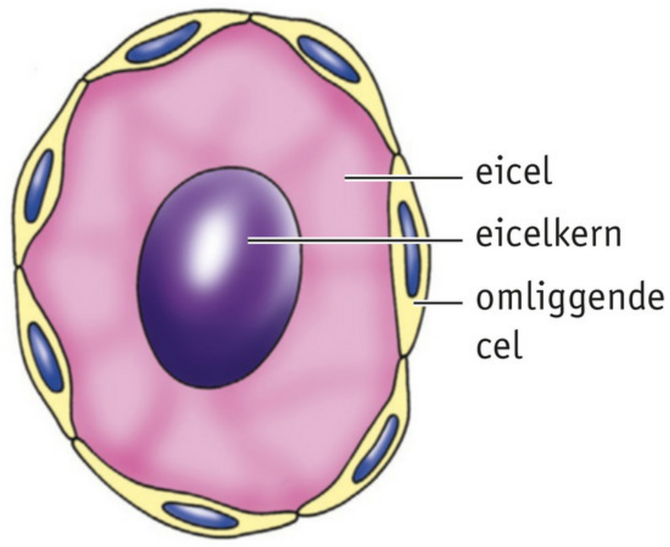


In de **eierstokken** vindt de ontwikkeling van **eicellen** plaats. Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen. Een eicel is in verhouding tot een zaadcel groot (zie afbeelding 18). Dit komt doordat een eicel veel reservevoedsel bevat. Dit reservevoedsel is bestemd voor de eerste ontwikkeling van de bevruchte eicel.
Ook bij een meisje spelen **hormonen** een belangrijke rol bij de vorming van geslachtscellen. In de puberteit begint de hypofyse stimulerende hormonen te produceren. Onder invloed van deze stimulerende hormonen beginnen zich eicellen te ontwikkelen in de eierstokken. Bij de geboorte zijn in de eierstokken van een meisje alle cellen al aanwezig die zich tot eicel kunnen ontwikkelen. Enkele tienduizenden van deze cellen bevinden zich in een rusttoestand. Elk van deze cellen is omgeven door een laag andere cellen (zie afbeelding 19). Samen vormen ze een jonge **follikel**.

▼ **Afb. 18** Een eicel met zaadcellen.



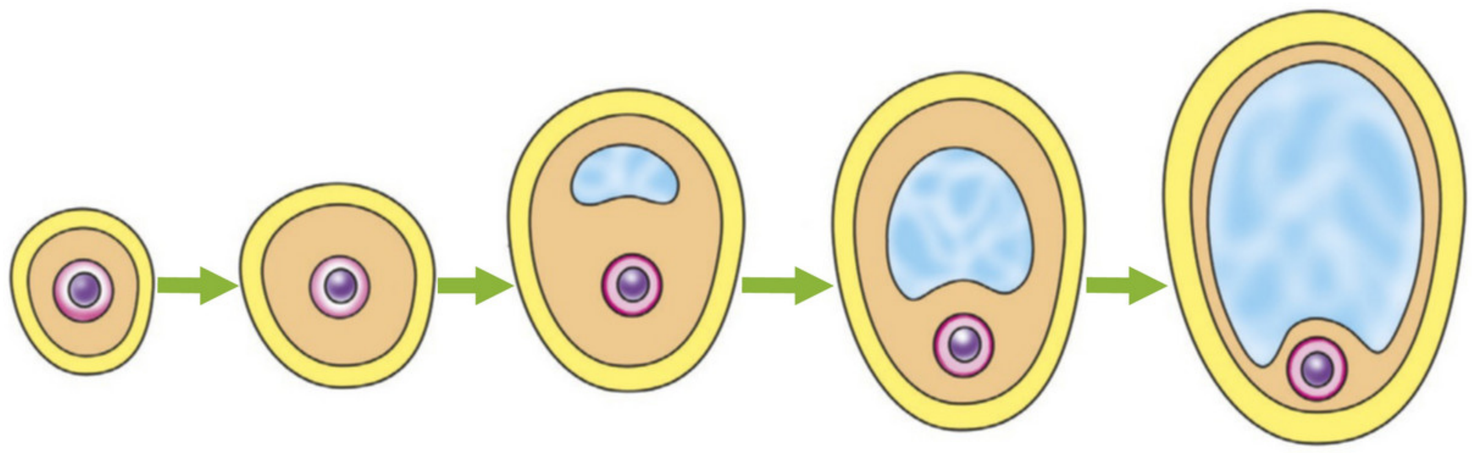
▼ **Afb. 19**



Vanaf de puberteit kunnen in de eierstokken follikels rijpen. Rijpende follikels groeien. In elke follikel ontstaat een holte gevuld met vocht (zie afbeelding 19). Stimulerende hormonen uit de hypofyse zorgen ervoor dat cellen in de wand van de rijpende follikels **vrouwelijke geslachtshormonen** (**oestrogenen**) produceren. Onder invloed van oestrogenen ontstaan bij een meisje de secundaire geslachtskenmerken.

Wanneer een vrouw ongeveer 50 jaar is, worden er minder hormonen aangemaakt. We zeggen dan dat een vrouw in de **overgang** is. Tijdens de overgang komt er geleidelijk minder vaak een eicel tot ontwikkeling in een rijpende follikel. Na de overgang stopt de ontwikkeling van eicellen in de rijpende follikels.

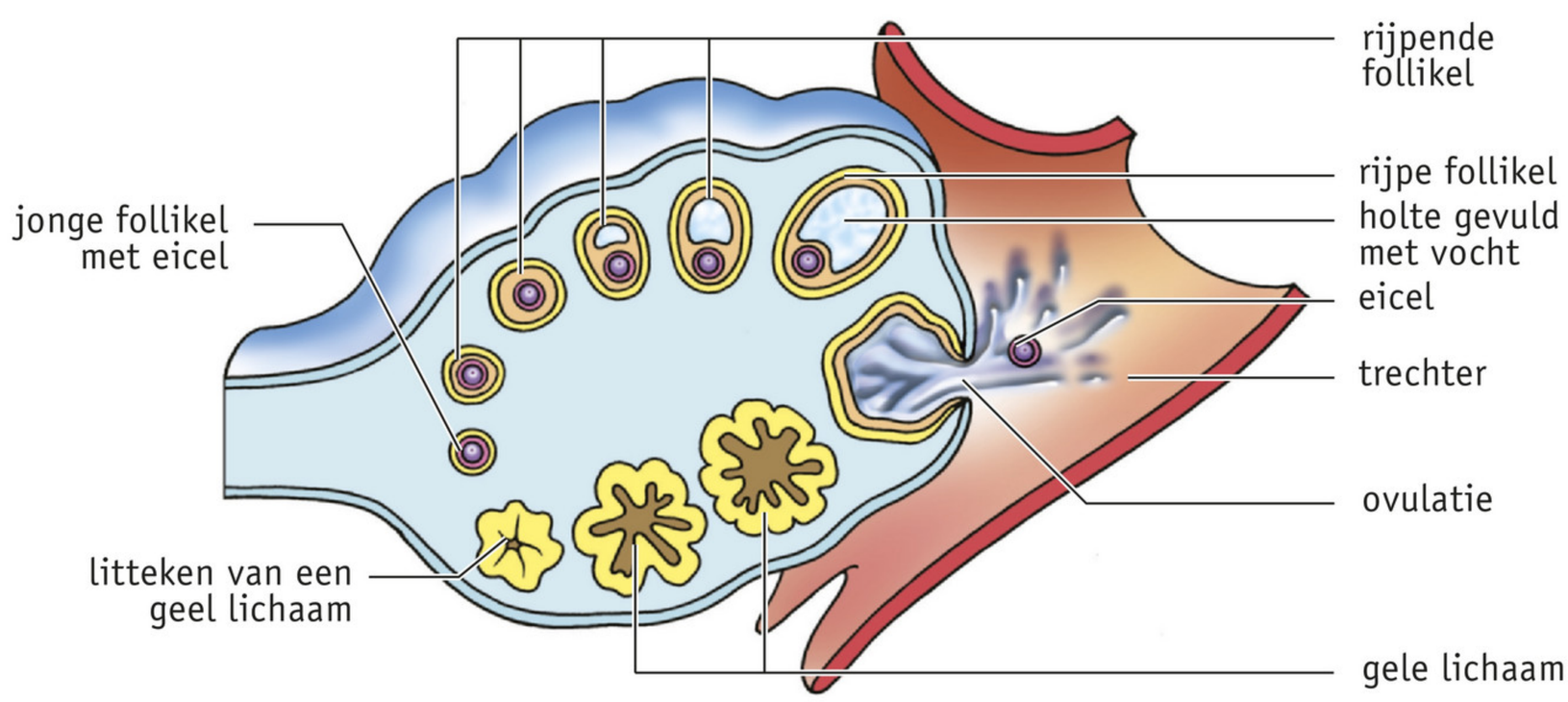
▶ **Afb. 20** Rijpende follikel (schematisch).



OVULATIE

Gewoonlijk komt er maar één follikel per vier weken tot volledige rijping. Een **rijpe follikel** puilt buiten de eierstok uit (zie afbeelding 21). De follikel neemt dan erg veel vocht op, waardoor hij openbarst en de eicel vrijkomt. Dit heet de **ovulatie** of **eisprong**. Uit het follikelweefsel dat in de eierstok achterblijft, wordt het **gele lichaam** gevormd.

▼ **Afb. 21** De ontwikkeling van een follikel in een eierstok (schematisch). Alle ontwikkelingsstadia zijn in één doorsnede weergegeven.



Ovulatie vindt gemiddeld eenmaal in de ongeveer vier weken plaats. Er komt meestal slechts één eicel vrij, gewoonlijk om de beurt uit beide eierstokken. De vrijgekomen eicel wordt door het trechtervormige uiteinde van de **eileider** opgevangen. Een eicel kan niet uit zichzelf bewegen. De eileiders vervoeren de eicellen in de richting van de **baarmoeder** (**uterus**). Een onbevruchte eicel blijft na de ovulatie maar 12 tot 24 uur in leven. Daarna sterft de eicel af. De resten worden opgenomen in het bloed. Dit gebeurt in een eileider. Alleen als een zaadcel de eicel na de ovulatie bevrucht, kan de eicel langer in leven blijven.

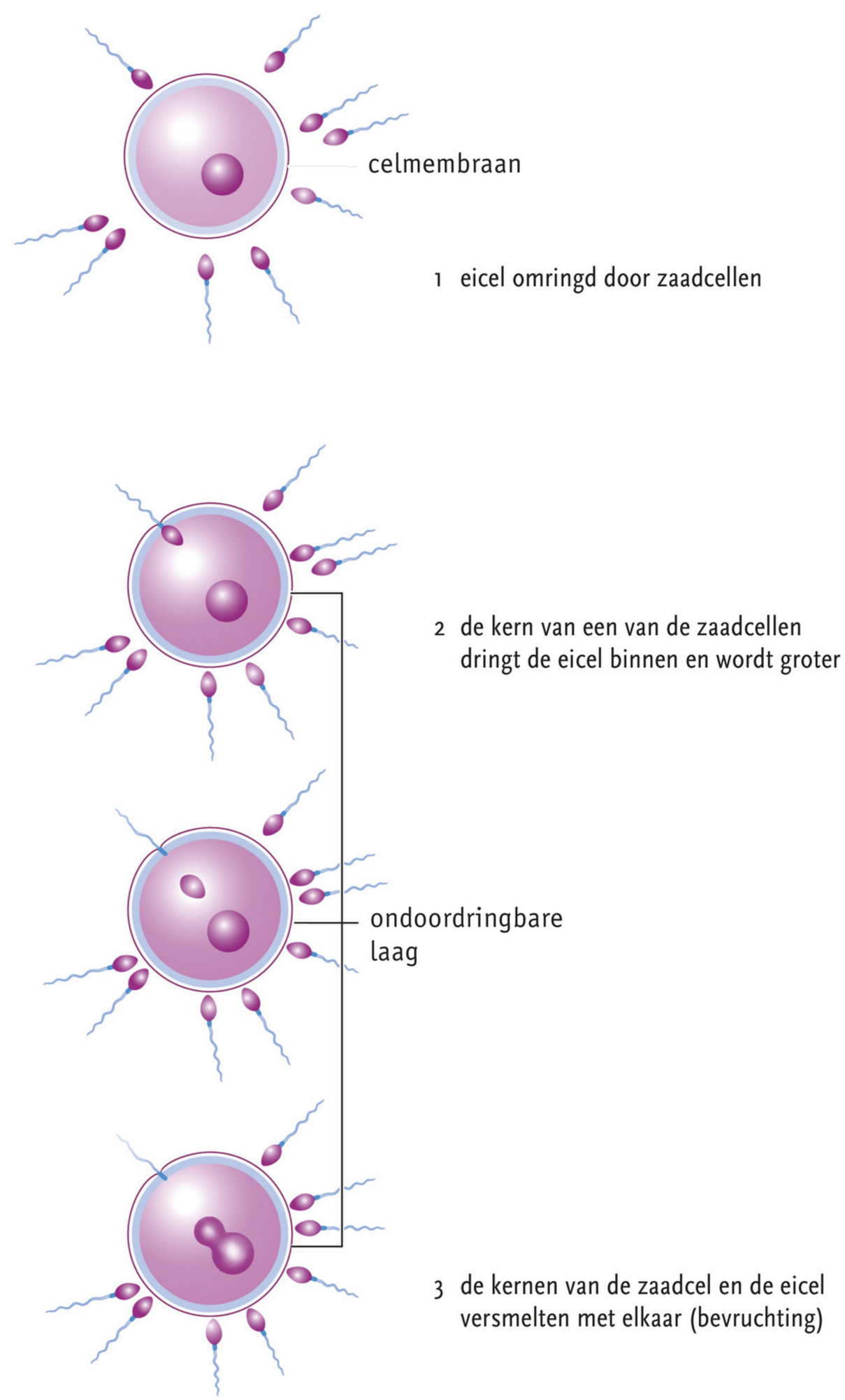
▼ **Afb. 22**

Bij geslachtsgemeenschap kan sperma in de **vagina** (**schede**) komen. De zaadcellen bewegen zich dan met behulp van hun zweepstaart in de richting van de baarmoeder en de eileiders.

BEVRUCHTING

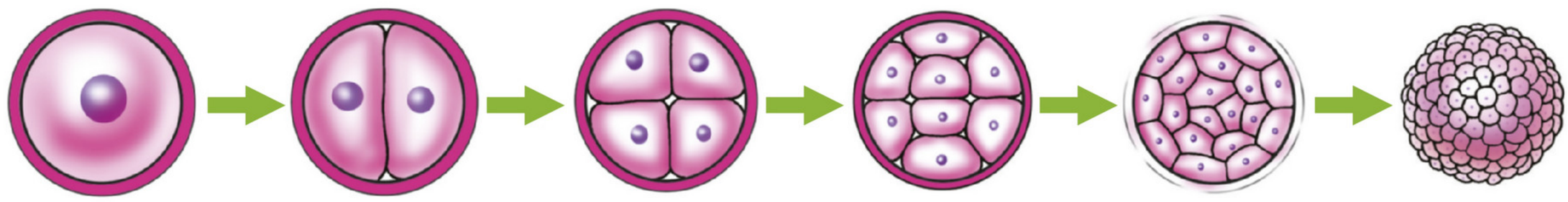
De **bevruchting** van een eicel door een zaadcel vindt plaats in een eileider. Bij bevruchting versmelt de kern van een mannelijke geslachtscel met de kern van een vrouwelijke geslachtscel.
Bevruchting kan plaatsvinden als de kop van een zaadcel de eicel binnendringt (zie afbeelding 23). De zweepstaart van de zaadcel blijft achter. Zodra de kop van een zaadcel de eicel is binnengedrongen, wordt de buitenste laag van de eicel ondoordringbaar. Hierdoor is het voor andere zaadcellen niet meer mogelijk deze eicel binnen te dringen.

▶ **Afb. 23** Bevruchting van een eicel (schematisch).

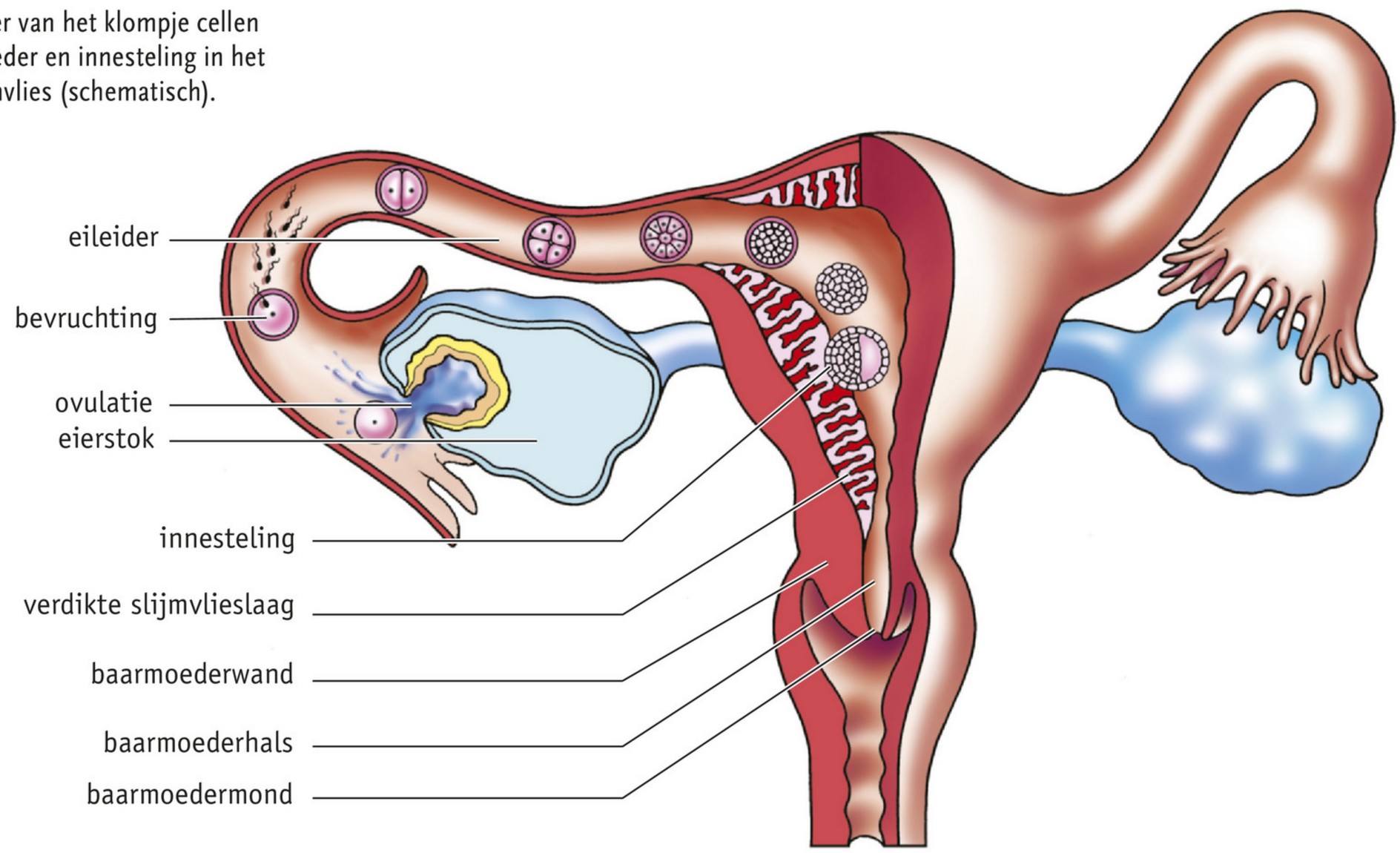


Bij de bevruchting versmelten de kernen van zaadcel en eicel. De bevruchte eicel gaat zich meteen een aantal keren delen (zie afbeelding 24). Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt via de eileider vervoerd naar de baarmoeder. De wand van de baarmoeder bestaat uit een dikke laag spieren die aan de binnenkant met slijmvlies is bekleed. Het baarmoederslijmvlies is ondertussen erg dik geworden en bevat veel bloedvaten. Het klompje cellen zet zich vast in het slijmvlies van de baarmoeder. Dat heet **innesteling** (zie afbeelding 25). De vrouw is dan zwanger. In ongeveer negen maanden groeit het klompje cellen uit tot een kind. In basisstof 7 leer je daar meer over.

▼ **Afb. 24** De eerste delingen van de bevruchte eicel (schematisch).



▶ **Afb. 25** Vervoer van het klompje cellen naar de baarmoeder en innesteling in het baarmoederslijmvlies (schematisch).

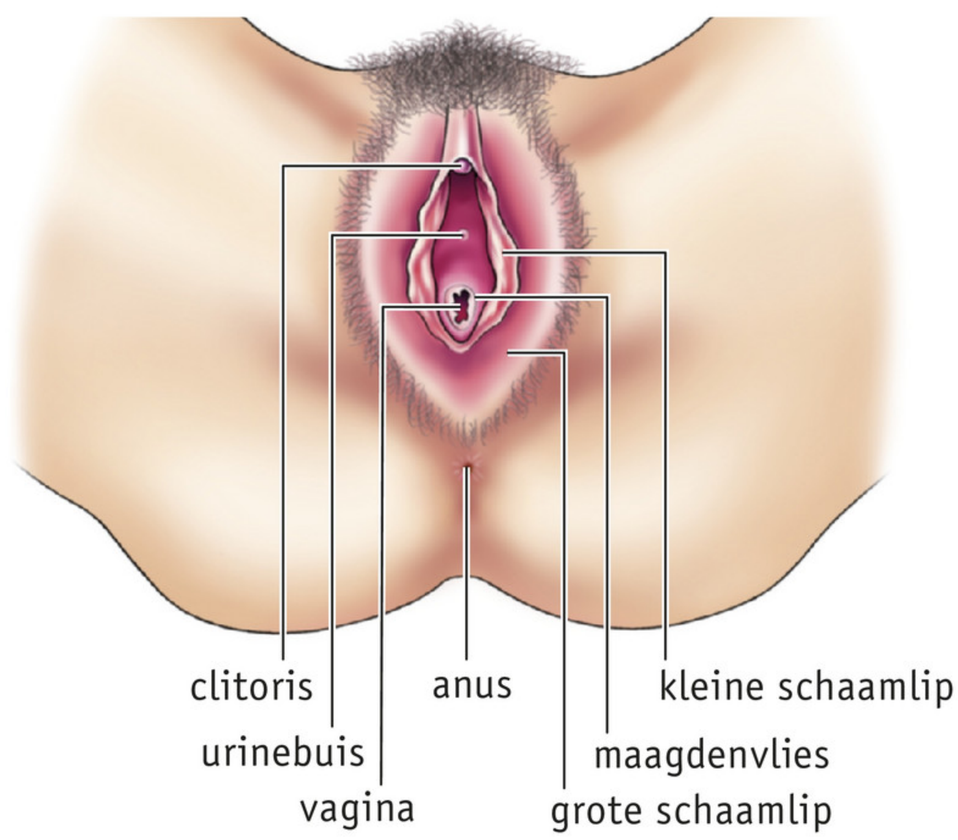


DE UITWENDIGE VOORTPLANTINGSORGANEN VAN EEN VROUW

Bij veel meisjes en vrouwen is de vagina niet zo gevoelig voor seksuele prikkels. De meeste meisjes en vrouwen krijgen een orgasme (komen klaar) door prikkeling van de **clitoris**. Dit kan gebeuren door over de clitoris te wrijven. Bij zelfbevrediging (masturbatie) doet een meisje of vrouw dat zelf. Dit heet 'vingeren'.
De clitoris ligt vooraan tussen de **kleine schaamlippen** (zie afbeelding 26). Net achter de clitoris mondt de urinebuis uit. In de wand van de kleine schaamlippen liggen klieren die bij seksuele opwinding slijm produceren. Hierdoor wordt de toegang tot de vagina glad gemaakt, waardoor de penis gemakkelijker de vagina kan binnenglijden. De wand van de vagina is zeer rekbaar. Het komt zelden voor dat een vagina te klein is voor een penis. Bij de geboorte kan er zelfs een kind door!

Om de kleine schaamlippen liggen de **grote schaamlippen**. Het is belangrijk elke dag de schaamlippen goed schoon te spoelen met water. Tussen de plooien kan slijm gaan zitten, waarin bacteriën zich snel kunnen voortplanten. Daardoor kunnen ontstekingen ontstaan. De vagina is aan de binnenkant bekleed met slijmvlies. Vooraan in de vagina ligt het **maagdenvlies** (zie afbeelding 27).

WB OPDRACHT 10 T/M 14 BLZ. 142



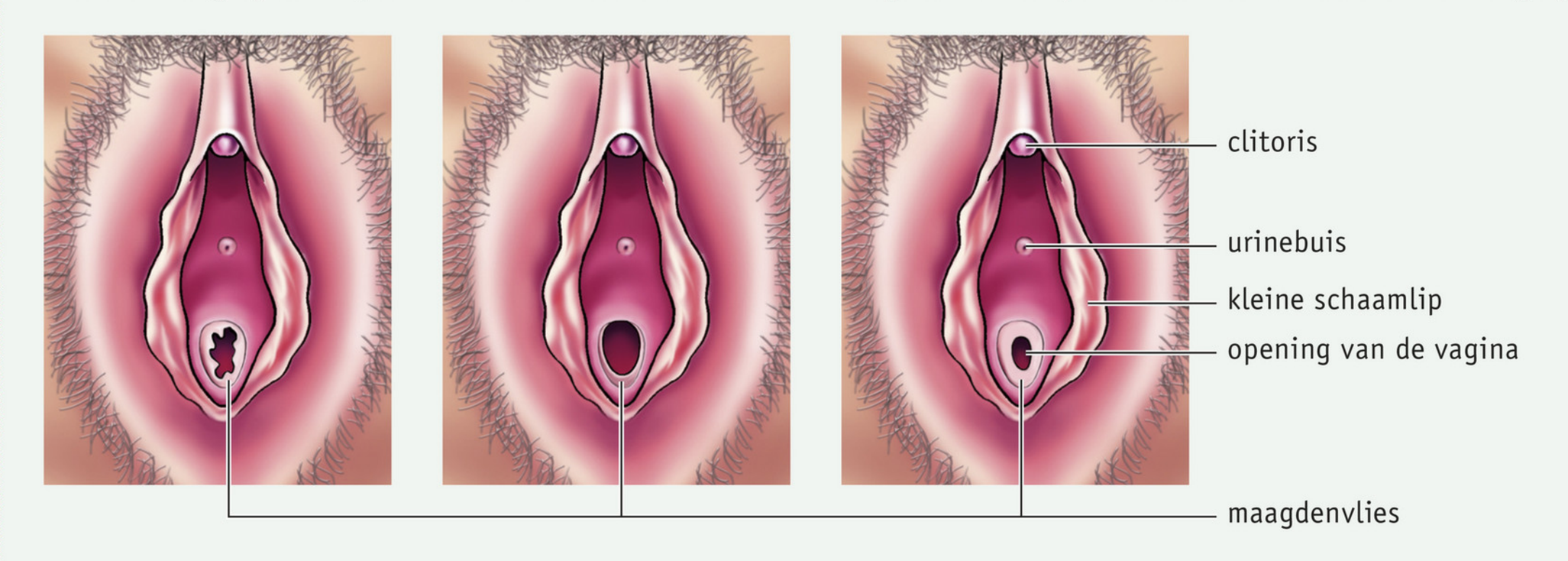
▶ **Afb. 26** De uitwendige voortplantingsorganen van een vrouw.

▼ **Afb. 27**

Maagdenvlies

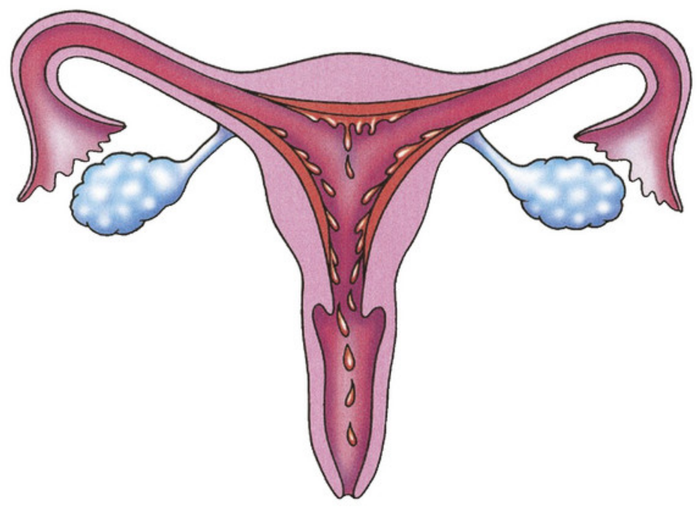
Het maagdenvlies is een randje weefsel aan het begin van de vagina. Sommige meisjes worden zonder maagdenvlies geboren. Wanneer het randje weefsel wel aanwezig is, kan het verschillend van vorm zijn (zie de afbeelding).
Het maagdenvlies is dus geen dicht vlies zoals sommige mensen denken. Deze mensen denken ook dat bij de eerste geslachtsgemeenschap de penis het maagdenvlies moet doorboren en dat er daarbij altijd een bloeding optreedt, maar dat is dus niet zo.

De meeste meisjes en vrouwen bloeden niet tijdens de eerste keer dat zij geslachtsgemeenschap hebben. Vooral niet als ze ontspannen zijn en voldoende tijd nemen voor het vrijen. De opening in het maagdenvlies is dan groot genoeg om de penis door te laten. En de vagina is dan vochtig en glad, zodat er geen weefsel beschadigt.
Alleen bij sommige meisjes of vrouwen kan de vagina iets inscheuren tijdens de eerste geslachtsgemeenschap. Dan treedt een kleine bloeding op.



4 Menstruatie

▼ **Afb. 28** Stukjes slijmvlies van de baarmoederwand, slijm en bloed worden tijdens de menstruatie afgevoerd (schematisch).

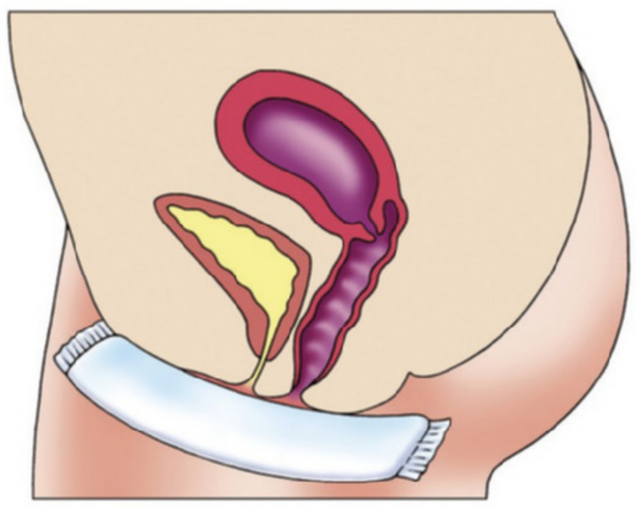


Je hebt geleerd dat het baarmoederslijmvlies dikker wordt en veel bloedvaten bevat. Hierin kan het klompje cellen dat uit de bevruchte eicel ontstaat, zich innestelen. Als er geen bevruchting van de eicel plaatsvindt, laat het baarmoederslijmvlies gedeeltelijk los. Dit afstoten van een deel van het baarmoederslijmvlies heet **menstruatie** of **ongesteld zijn**. Hierbij komt ook bloed vrij.
Door samentrekkingen van de spierlaag van de baarmoederwand worden de stukjes slijmvlies, slijm en bloed afgevoerd (zie afbeelding 28). Deze samentrekkingen kunnen worden gevoeld als buikkrampen die flink pijn kunnen doen.
Veel meisjes en vrouwen kunnen zich vlak voor en tijdens de menstruatie ellendig of verdrietig voelen. Sommigen zijn kribbig of afwezig. Of ze hebben ook nog eens last van hoofdpijn, buikpijn, rugpijn of spierpijn.

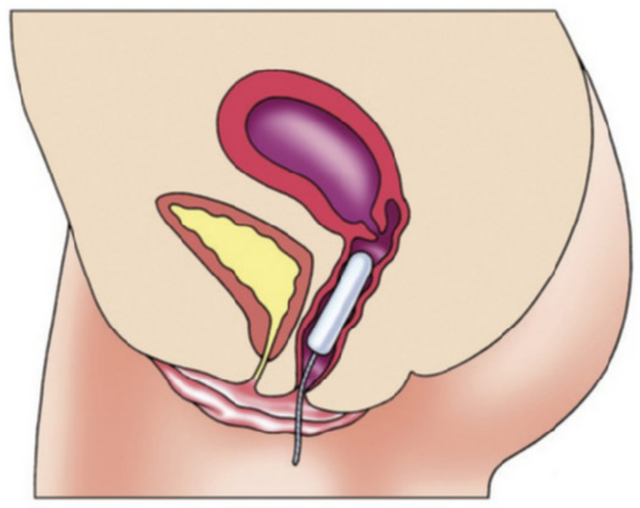
Gemiddeld beginnen meisjes op 13-jarige leeftijd te menstrueren. Er zijn meisjes die al menstrueren als ze 10 jaar zijn, anderen krijgen hun eerste menstruatie pas als ze 16 jaar zijn. In de overgang stopt de menstruatie. Bij sommige meisjes of vrouwen duurt de menstruatie maar een dag of drie. Bij anderen kan de menstruatie wel een week duren.
Tijdens de menstruatie gebruiken meisjes en vrouwen meestal **maandverband** of **tampons** (zie afbeelding 29) om de resten van het baarmoederslijmvlies en het bloed op te vangen. Maandverband wordt tegen de opening van de vagina gedragen (zie afbeelding 30.1); tampons worden in de vagina gedragen (zie afbeelding 30.2).

▼ **Afb. 29** Maandverband en tampons.

▼ **Afb. 30**



1 gebruik van maandverband



2 gebruik van een tampon

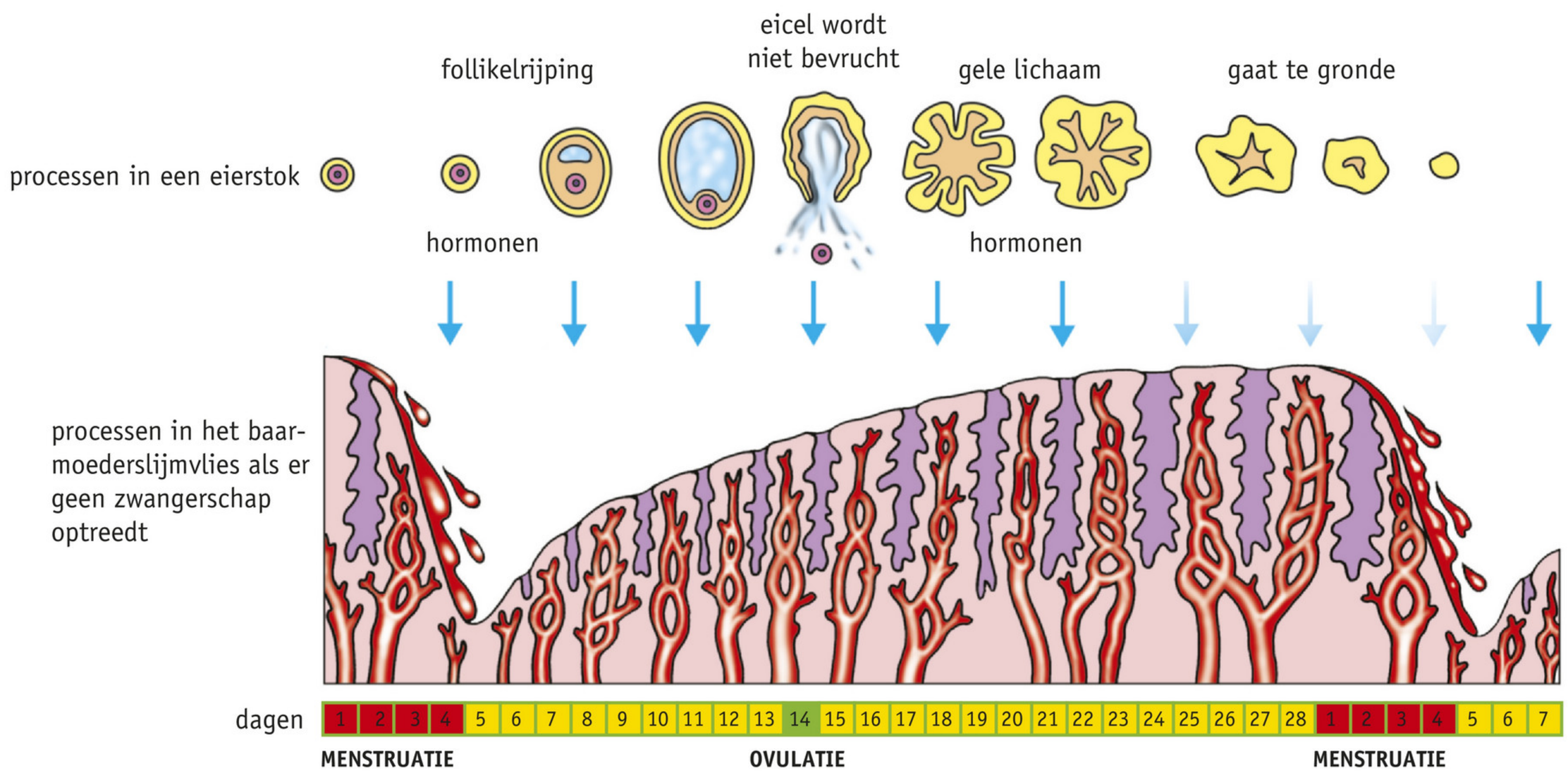
Maandverband en tampons nemen niet eindeloos vocht op. Door bacteriën kan het bloed onfris gaan ruiken en kunnen ontstekingen ontstaan. Zowel maandverband als tampons moeten dan ook regelmatig worden vervangen. Verder is het zeker tijdens de menstruatie belangrijk dat een meisje of vrouw zich goed wast tussen de schaamlippen. Gebruik voor het wassen veel water, maar weinig of geen douchegel of zeep. Douchegel of zeep kunnen de huid irriteren en zelfs ontstekingen veroorzaken.

DE MENSTRUATIECYCLUS

In het onderste deel van afbeelding 31 is het baarmoederslijmvlies van een vrouw gedurende vijf weken schematisch getekend. Tijdens de menstruatie wordt een deel van het baarmoederslijmvlies afgestoten. Daarna begint het baarmoederslijmvlies weer dikker te worden en gaat het meer bloedvaten bevatten.

De ovulatie vindt ongeveer veertien dagen na het begin van de menstruatie plaats. Als er geen bevruchting optreedt, begint de volgende menstruatie weer ongeveer op de 28e dag. We zeggen dan dat de **menstruatiecyclus** opnieuw begint.
Er zijn maar weinig vrouwen die regelmatig menstrueren, precies om de vier weken. Bij veel vrouwen vinden de menstruaties onregelmatig plaats. Soms komt de volgende menstruatie al na drie weken, soms duurt het vijf weken. Vooral de eerste jaren dat een meisje menstrueert, kan dit onregelmatig gebeuren.

▼ **Afb. 31** Het baarmoederslijmvlies van een vrouw gedurende vijf weken (schematisch).



In het bovenste deel van afbeelding 31 zie je de processen in een eierstok tijdens de menstruatiecyclus. In de eerste twee weken van de menstruatiecyclus zorgen hypofysehormonen ervoor dat er follikels rijpen in de eierstokken. Je hebt geleerd dat cellen uit de wand van de rijpende follikels **oestrogenen** produceren. Onder invloed van deze hormonen wordt het baarmoederslijmvlies dikker en sterker doorbloed.
In de eierstokken bereikt een van de rijpende follikels een voorsprong op de andere. De follikels die minder snel rijpen, sterven af. Onder invloed van een hypofysehormoon neemt de rijpe follikel veel vocht op, waardoor de follikel openbarst. Er treedt ovulatie op. Dit gebeurt meestal rondom de veertiende dag van de menstruatiecyclus.
Je hebt geleerd dat het gele lichaam wordt gevormd uit het achtergebleven follikelweefsel in de eierstok. De cellen van het gele lichaam produceren hormonen, onder andere oestrogenen. Deze hormonen zorgen ervoor dat het baarmoederslijmvlies nog dikker wordt en dat klieren in het baarmoederslijmvlies stoffen gaan afscheiden. Deze stoffen kunnen als voedsel dienen voor het embryo. Het baarmoederslijmvlies heeft zich als het ware voorbereid op de innesteling van een embryo.
Als de eicel niet wordt bevrucht, begint het gele lichaam af te sterven. Daardoor worden er te weinig hormonen geproduceerd om het baarmoederslijmvlies in stand te houden. Het baarmoederslijmvlies wordt dan gedeeltelijk afgestoten tijdens de menstruatie.

WB OPDRACHT 15 T/M 17 BLZ. 145

5 Seksualiteit

In de puberteit begint **seksualiteit** een steeds belangrijkere rol in je leven te spelen. Ook in het leven van volwassenen speelt seksualiteit een belangrijke rol. Mensen kunnen daar heel verschillend over denken. Seksualiteit kan dan ook op verschillende manieren een rol spelen in iemands leven.

EEN SPECIALE RELATIE ONDERHOUDEN

Seksualiteit kan een rol spelen bij het **onderhouden van een speciale relatie**. Als je van iemand speciaal houdt, wil je dat regelmatig laten blijken aan deze persoon. Bijvoorbeeld door te strelen of te knuffelen. En als je heel veel van iemand houdt, wil je misschien met deze persoon vrijen of geslachtsgemeenschap hebben. Over seksualiteit wordt verschillend gedacht. Sommige mensen willen eerst een vaste relatie hebben voor ze geslachtsgemeenschap hebben. Voor andere mensen is een vaste relatie niet belangrijk. Weer andere mensen willen eerst trouwen voordat ze geslachtsgemeenschap hebben.

▼ **Afb. 32** Seksualiteit als lustbeleving.

LUSTBELEVING

Seksualiteit kan mensen veel plezier geven, bijvoorbeeld doordat ze opgewonden raken. We noemen dat **lustbeleving**. Je kunt seksueel opgewonden raken door te vrijen of geslachtsgemeenschap te hebben met iemand tot wie je je sterk aangetrokken voelt. Door het kijken naar foto's of films van vrijende of naakte mensen kun je ook seksueel opgewonden raken. Als foto's of films tot doel hebben mensen seksueel te prikkelen, spreken we van **pornografie** (**porno**). Hierbij worden de geslachtsorganen vaak duidelijk in beeld gebracht. Door veel naar porno te kijken, kan een onrealistisch beeld van seksualiteit ontstaan. Porno is vaak vrouwonvriendelijk en heeft meestal weinig te maken met echte seks binnen een relatie, maar drukt vaak een bepaald soort mannenfantasie uit.
Een **prostituee** (hoer) is bereid tegen betaling geslachtsgemeenschap te hebben met een klant. Prostitutie is verboden voor minderjarigen.

VOORTPLANTING

Een man en een vrouw kunnen geslachtsgemeenschap hebben. Dit kan leiden tot de geboorte van een kind. Seksualiteit speelt dan een rol bij de **voortplanting**. Veel mensen hebben echter geslachtsgemeenschap, zonder dat ze een kind willen. Ze gebruiken dan **voorbehoedmiddelen**.

SEKSUELE VOORKEUREN

Er bestaan veel verschillende seksuele voorkeuren (zie afbeelding 33). We noemen hier enkele. De meeste mensen voelen zich seksueel aangetrokken tot personen van het andere geslacht. Deze mensen zijn **heteroseksueel** (hetero = ongelijk). Ongeveer 5% van de mensen is **homoseksueel** (homo = gelijk). Homoseksuelen voelen zich seksueel aangetrokken tot personen van hetzelfde geslacht. Homoseksuele meisjes en vrouwen worden ook wel **lesbisch** genoemd. Mensen die zich seksueel tot beide geslachten aangetrokken voelen, worden **biseksueel** genoemd.

▼ **Afb. 33** Verschillen in seksuele voorkeur.

1 heteroseksueel

2 homoseksueel

3 lesbisch

▼ **Afb. 34** Een persoon met een androgyn uiterlijk.

Transgenders zijn mensen die zich (soms) niet thuis voelen in het geslacht waarmee ze zijn geboren: iemand met het lichaam van een jongen voelt zich als meisje of andersom. Een **travestiet** kleedt zich voor kortere of langere tijd als iemand van het andere geslacht. Een **transseksueel** heeft de wens zijn of haar lichaam medisch aan te laten passen aan het geslacht dat deze persoon wenst of heeft dat al gedaan. Een persoon met een **androgyn** uiterlijk heeft uiterlijke kenmerken van beide geslachten (zie afbeelding 34). Iemand kan zich ook androgyn voelen: vrouwelijk en mannelijk tegelijk.
De meeste Nederlanders accepteren al deze verschillen in seksualiteit en seksuele voorkeur. Toch hebben lesbiennes, homoseksuele mannen, biseksuelen en transgenders nog steeds te maken met discriminatie, pesterijen, intimidatie of zelfs met geweld. Veel mensen komen hiertegen in actie (zie afbeelding 35).

Wat voor relatie je ook hebt, binnen een 'gezonde' seksuele relatie is sprake van openheid, gelijkwaardigheid, intimiteit en respect voor elkaar. Wanneer er grote verschillen bestaan binnen een relatie is deze niet gelijkwaardig. Er kan bijvoorbeeld een groot verschil zijn tussen de partners in leeftijd, ervaring, intelligentie en het te besteden geld. Van dit machtsverschil kan gemakkelijk misbruik worden gemaakt, waardoor seksueel geweld kan ontstaan.

WB OPDRACHT 18 EN 19 BLZ. 148

▼ **Afb. 35**

Recordaantal scholen doet mee aan Paarse Vrijdag

Meer dan 500 van de circa 680 middelbare scholen in Nederland doen mee aan Paarse Vrijdag. Niet eerder namen leerlingen op zoveel scholen deel aan deze jaarlijkse actie tegen homo-, bi- en transfobie op school.
Paarse Vrijdag vindt jaarlijks plaats op de tweede vrijdag in december en wordt georganiseerd door Gay-Straight Alliance (GSA) netwerk. Een GSA is een groep hetero-, lesbie-, homo-, bi- en transgenderleerlingen die op hun school actie onderneemt voor een veiliger klimaat voor lesbiennes, homo's, bi's en transgenders.
Bron: www.coc.nl.

SEKSUEEL GEWELD

Seks kan heel leuk zijn als je het zelf wilt. Het kan ook gebeuren dat iemand je dwingt tot seksueel contact. Dit wordt **seksueel geweld** genoemd. Het slachtoffer wordt dan seksueel misbruikt (zie afbeelding 36). Seksueel geweld is bij de wet verboden en kan voor de daders leiden tot gevangenisstraf. Als de seksuele dwang plaatsvindt door familieleden van het slachtoffer, wordt dat **incest** genoemd.

▼ Afb. 36

Seksueel geweld: drie leerlingen per klas

Uit onderzoek van de Rutgers Nisso Groep blijkt dat ruim 16% van de meisjes en 4 tot 5% van de jongens tussen de 14 en 18 jaar te maken hebben gehad met seksueel geweld. Dat betekent dat in elke vierde klas van het voortgezet onderwijs gemiddeld drie leerlingen hiervan het slachtoffer zijn geweest.
Seksueel geweld kan op heel veel verschillende manieren plaatsvinden. Iemand kan bijvoorbeeld herhaaldelijk worden gezoend terwijl die persoon dat niet wil of iemand kan worden gedwongen tot geslachtsgemeenschap. Soms vindt seksueel geweld plaats via een webcam. Een ex-vriendje dreigt bijvoorbeeld naaktfoto's van een meisje op internet te zetten als zij niet doet wat hij wil.

Slachtoffers van seksueel geweld hebben vaak veel last van emotionele of lichamelijke problemen. De Rutgers Nisso Groep is daarom een website gestart voor jongeren die te maken hebben gehad met seksueel geweld (www.interapy.nl). Deze jongeren kunnen gratis hulp krijgen.

ook via internet kan seksueel geweld plaatsvinden

Als iemand licht seksuele handelingen bij een ander verricht zonder dat die persoon dat wil (bijvoorbeeld vastpakken of in de billen knijpen), is er sprake van **ongewenste intimiteiten**. Bij **aanranding** worden met geweld of onder bedreiging seksuele handelingen verricht met een slachtoffer. Bij een **verkrachting** vindt ook geslachtsgemeenschap plaats.
Een **loverboy** is iemand die eerst erg aardig doet tegen een meisje en haar verleidt met aandacht en dure cadeaus. Een loverboy zorgt ervoor dat zijn vriendin alleen nog maar met hem omgaat, zodat hij macht over haar krijgt. Daardoor kan hij haar dwingen tot prostitutie om er veel geld aan te verdienen.

WB OPDRACHT 20 EN 21 BLZ. 149

6 Geboorteregeling

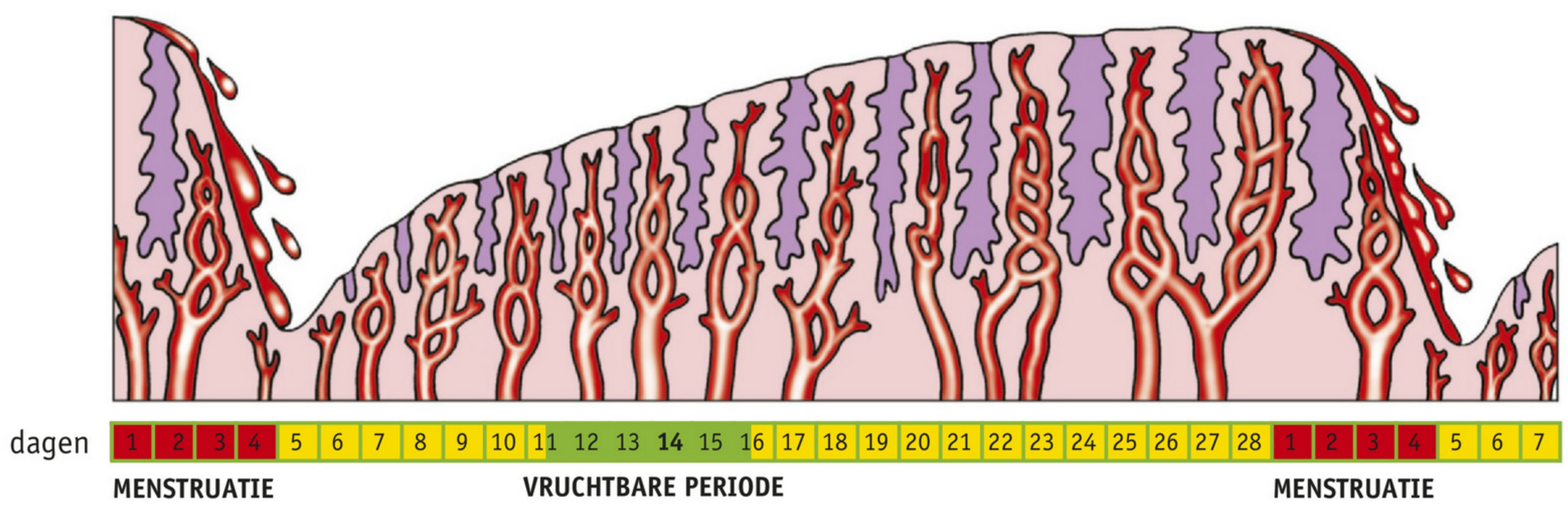
▼ Afb. 37

Geboorteregeling betekent dat een vrouw, meestal samen met een man, bepaalt of zij een kind wil of niet. Als een vrouw niet zwanger wil worden, kan zij of de man voorbehoedmiddelen (**anticonceptiemiddelen**) gebruiken. Zij zijn dan samen verantwoordelijk om een betrouwbaar voorbehoedmiddel te gebruiken. De bekendste voorbehoedmiddelen zijn het condoom en de 'pil'. Vooral de pil is betrouwbaar. Over andere betrouwbare voorbehoedmiddelen kun je meer leren in basisstof 9. Maar er zijn ook onbetrouwbare methoden om zwangerschap te voorkomen.

ONBETROUWBARE METHODEN

Je hebt geleerd dat een onbevruchte eicel na de ovulatie maar 12 tot 24 uur in leven blijft. Zaadcellen kunnen na een zaadlozing in het lichaam van een vrouw twee tot drie dagen in leven blijven. Elke vier weken is er dus maar een betrekkelijk korte periode van ongeveer vier dagen waarbinnen geslachtsgemeenschap kan leiden tot bevruchting van een eicel. Deze 'vruchtbare periode' loopt van ongeveer drie à vier dagen voor de ovulatie tot één à twee dagen na de ovulatie (zie afbeelding 38).

▶ Afb. 38



▼ Afb. 39

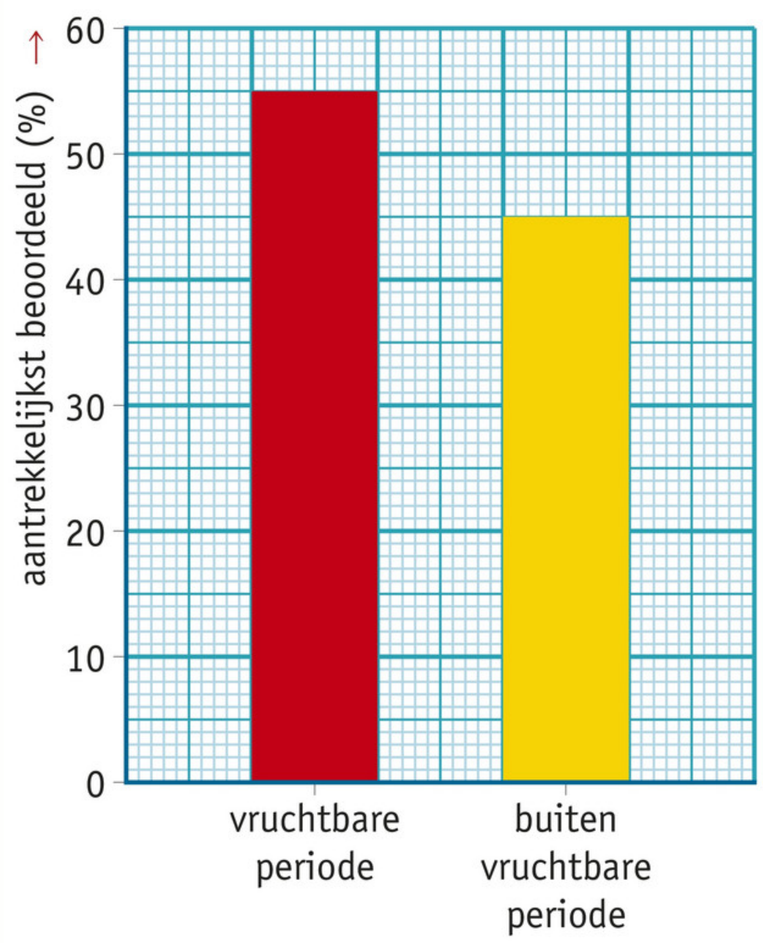
Een van de oudste methoden om zwangerschap te voorkomen, is **periodieke onthouding**. Hierbij hebben man en vrouw geen geslachtsgemeenschap in de 'vruchtbare periode' van ongeveer vijf dagen. Het is echter niet eenvoudig om precies vast te stellen wanneer de ovulatie plaatsvindt. Daardoor is periodieke onthouding erg onbetrouwbaar. Vooral vrouwen die onregelmatig menstrueren, kunnen op deze manier gemakkelijk zwanger raken zonder dat ze dat willen.

Bij **coïtus interruptus** (**onderbroken geslachtsgemeenschap**) trekt de man zijn penis uit de vagina terug als hij zijn orgasme voelt aankomen. De zaadlozing vindt dan buiten de vagina plaats. Er kan echter al wat voorvocht de penis hebben verlaten vóórdat de man zijn zaadlozing krijgt. In dit voorvocht zitten vaak ook zaadcellen. Daardoor is deze methode ook erg onbetrouwbaar.

▼ Afb. 40

Vruchtbare periode maakt aantrekkelijk?

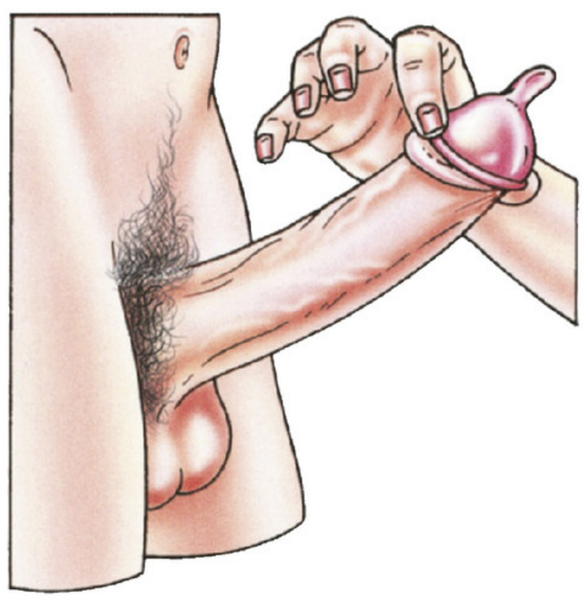
Bij veel dieren is duidelijk zichtbaar als de vruchtbare periode aanbreekt. Bij chimpansees bijvoorbeeld zie je dat de geslachtsdelen opzwellen en roder worden (zie foto). Maar bij mensen is dat niet zo duidelijk zichtbaar. Of misschien een klein beetje? Onderzoekers van de universiteit van Newcastle vroegen zich af of de aantrekkelijkheid van het vrouwelijke gezicht varieert gedurende de menstruatiecyclus. Zou het gezicht van een vrouw in de vruchtbare periode aantrekkelijker worden beoordeeld?

ONDERZOEK	VRUCHTBARE PERIODE EN AANTREKKELIJKHEID
Probleemstelling	Wordt het gezicht van een vrouw tijdens haar vruchtbare periode aantrekkelijker beoordeeld dan buiten haar vruchtbare periode?
Hypothese	Het gezicht van een vrouw wordt vaker als meest aantrekkelijk beoordeeld tijdens de vruchtbare periode.
Experiment	Van vijftig vrouwen in de leeftijd van 19 tot en met 33 jaar wordt twee keer een foto genomen. Een keer in de vruchtbare dagen of de paar dagen ervoor en twee weken later. Daarna werd aan 250 mensen gevraagd welke van de twee foto's men het meest aantrekkelijk vond.
Resultaten	

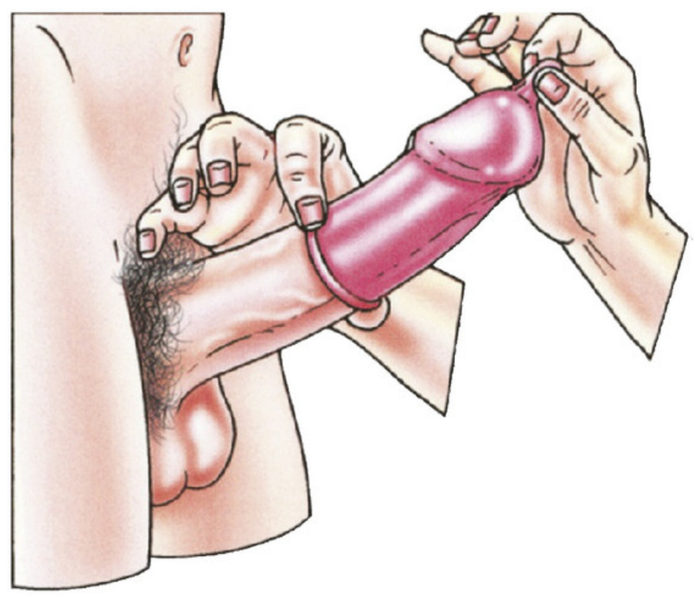
HET CONDOOM

Een **condoom** is een hoesje van dun rubber dat om de penis in erectie wordt geschoven (zie afbeelding 41). Een condoom verhindert dat er sperma in de vagina komt.
Condooms zijn gemakkelijk, goedkoop en redelijk betrouwbaar. Een condoom mag je maar één keer gebruiken. Een nadeel is dat het vrijen moet worden onderbroken om het condoom om te doen. Een voordeel is dat een condoom bescherming biedt tegen het overbrengen van ziekteverwekkers. Het aidsvirus bijvoorbeeld kan worden overgebracht tijdens de geslachtsgemeenschap als daarbij geen condoom wordt gebruikt. In basisstof 8 kun je meer leren over het aidsvirus en andere ziekten die met seksualiteit te maken hebben.
Gebruik alleen condooms met het CE-veiligheidskeurmerk (zie afbeelding 42). Let ook op de houdbaarheidsdatum op de verpakking. Funcondooms (zie afbeelding 43) zijn gemaakt voor de grap en niet geschikt om veilig mee te vrijen.

▼ **Afb. 41** Het gebruik van een condoom.



1 plaats het condoom om de eikel



2 houd het topje van het condoom vast en rol met de andere hand het condoom over de penis

▼ **Afb. 42**

1 condooms

2 CE-veiligheidskeurmerk

▼ **Afb. 43** Funcondooms zijn niet geschikt om veilig te vrijen.

DE PIL

De **pil** (**anticonceptiepil**) is het meest gebruikte voorbehoedmiddel. De pil bevat hormonen waardoor enkele veranderingen optreden in het lichaam van een vrouw. Door deze hormonen treedt er geen ovulatie meer op. Daardoor komen er geen eicellen vrij.
De pil moet dagelijks worden ingenomen, meestal met een onderbreking van één week per vier weken. In de week waarin wordt gestopt, vindt menstruatie plaats. Deze menstruatie is niet zo hevig als wanneer geen pil wordt gebruikt. Daarom wordt de pil soms voorgeschreven aan meisjes of vrouwen met een erg pijnlijke of onregelmatige menstruatie.
De pil is een zeer betrouwbaar voorbehoedmiddel. De tabletten zitten in een strip waarop de dagen van de week zijn aangegeven (zie afbeelding 44). Daardoor merkt een vrouw of meisje het meteen als ze een dag is vergeten de pil in te nemen. In dat geval biedt het verder innemen tot aan de volgende menstruatie vaak geen betrouwbare bescherming tegen zwangerschap meer.
De pil is alleen verkrijgbaar op doktersrecept. Hierdoor kan de arts de gebruikster van de pil regelmatig onderzoeken. Het gebruik van de pil levert soms bijverschijnselen op, zoals misselijkheid, hoofdpijn, gewichtstoename of een gespannen gevoel in de borsten. Meestal gaan de klachten binnen drie maanden over. Eventueel schrijft de arts een ander soort pil voor.

▼ **Afb. 44** Verschillende soorten anticonceptiepillen.

WB OPDRACHT 22 EN 23 BLZ. 152

NOODMAATREGELEN TEGEN ONGEWENSTE ZWANGERSCHAP

Soms gaat er iets mis. Een vrouw kan na geslachtsgemeenschap tot de ontdekking komen dat ze was vergeten de pil in te nemen. En een condoom kan scheuren of afglijden. In dergelijke gevallen zijn er noodmaatregelen mogelijk om zwangerschap te voorkomen. Ook in geval van verkrachting kunnen deze maatregelen worden toegepast.
De **morning-afterpil** (zie afbeelding 45) is een pil die grote hoeveelheden hormonen bevat. De pil moet maximaal binnen drie dagen (72 uur) na de geslachtsgemeenschap worden geslikt. De morning-afterpil werkt het best als deze binnen twaalf uur na de geslachtsgemeenschap wordt geslikt. Een vrouw die de morning-afterpil slikt, kan hiervan erg misselijk worden. Ze moet dan opletten dat de pil niet met eventueel overgeven weer naar buiten komt. De morning-afterpil is zonder recept verkrijgbaar bij drogist en apotheek, maar mag niet te vaak worden gebruikt.

▼ **Afb. 45** Morning-afterpil.

Wanneer een meisje of vrouw onbedoeld zwanger is geworden, kan ze voor een moeilijke beslissing komen te staan. Wil ze het kind zelf opvoeden? Wil ze het kind plaatsen in een pleeggezin? Wil ze het kind afstaan ter adoptie? Of wil ze de zwangerschap afbreken? En kan zij die beslissing samen met de biologische vader van het kind nemen? De FIOM (www.fiom.nl) kan een vrouw bij deze beslissing ondersteunen.

Als een vrouw ervoor kiest om haar zwangerschap af te breken, kan zij om een **abortus** vragen. Een **abortuspil** kan tot en met de zevende week van de zwangerschap worden geslikt. Het komt regelmatig voor dat deze methode om medische redenen niet kan worden toegepast.

De meest gebruikelijke vorm van abortus is een **zuigcurettage** (zie afbeelding 46). Tot de dertiende week van de zwangerschap kan een vrouw een zuigcurettage laten uitvoeren. Onder plaatselijke verdoving wordt met een zuigpompje het baarmoederslijmvlies met het embryo via de baarmoedermond weggezogen.

Wil een vrouw na de dertiende week van haar zwangerschap nog een abortus laten uitvoeren, dan vindt een zwaardere ingreep plaats (**late abortus**). Deze methode kan nog tot de drieëntwintigste week van de zwangerschap worden toegepast. Een abortus is in Nederland gratis.

Wanneer een vrouw een abortus wil laten uitvoeren, heeft ze eerst een gesprek met een arts en een verpleegkundige of maatschappelijk werker. Na dit gesprek gaat een periode in van vijf dagen bedenktijd. Deze periode is wettelijk verplicht.

▼ **Afb. 46** Zuigcurretage.

Over abortus (en over de andere noodmaatregelen) wordt heel verschillend gedacht. Sommige mensen vinden dat de vrouw ‘baas is in eigen buik’ (zie afbeelding 47.1). Anderen spreken van moord op een ongeboren kind (zie afbeelding 47.2). Voor weer anderen hangt het ervan af hoe een meisje zwanger is geraakt. Ze kan uit vrije wil met iemand naar bed zijn geweest, maar ze kan ook buiten haar wil om zwanger zijn geraakt (bijvoorbeeld door een verkrachting).

▶ **Afb. 47** Verschillende standpunten over abortus.

1

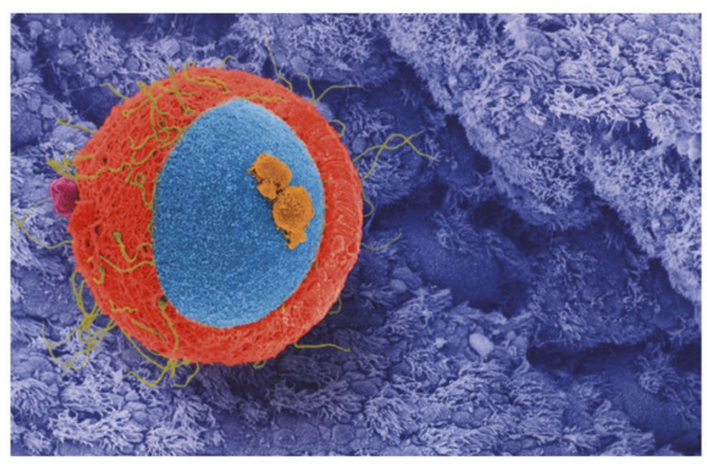
2

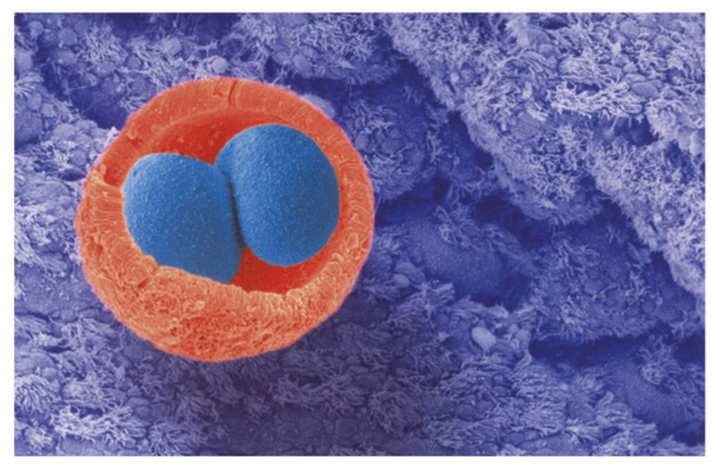
WB OPDRACHT 24 EN 25 BLZ. 154

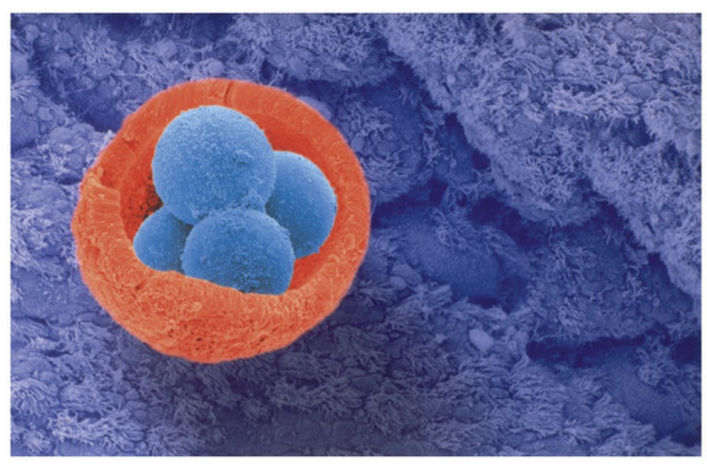
7 Zwangerschap en geboorte

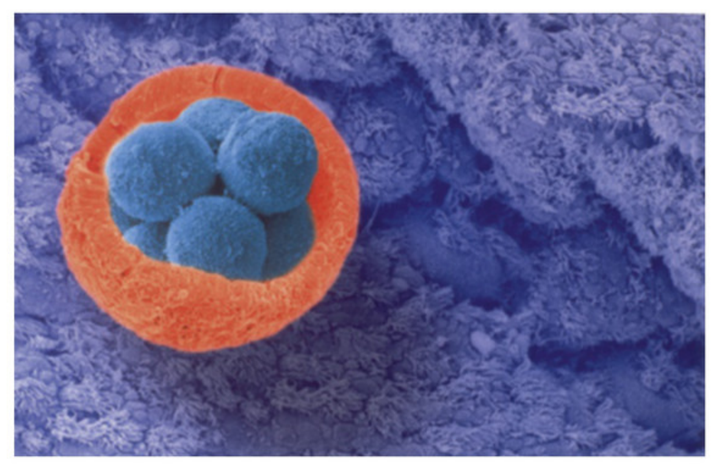
Je hebt geleerd dat een vrijgekomen eicel in de eileider kan worden bevrucht door een zaadcel. De bevruchte eicel gaat zich dan meteen delen (zie afbeelding 48). Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt door de eileider vervoerd naar de baarmoeder. Daar vindt **innesteling** plaats van het klompje cellen in het baarmoederslijmvlies. Het baarmoederslijmvlies wordt dan niet afgestoten en er vindt geen menstruatie plaats. De vrouw is zwanger.
In het onderste deel van afbeelding 49 is het baarmoederslijmvlies van een vrouw die zwanger wordt schematisch getekend. De innesteling van het klompje cellen vindt plaats vijf tot zeven dagen na de ovulatie. Het klompje cellen groeit uit tot een kind. Het kind wordt ongeveer 38 weken na de bevruchting geboren.

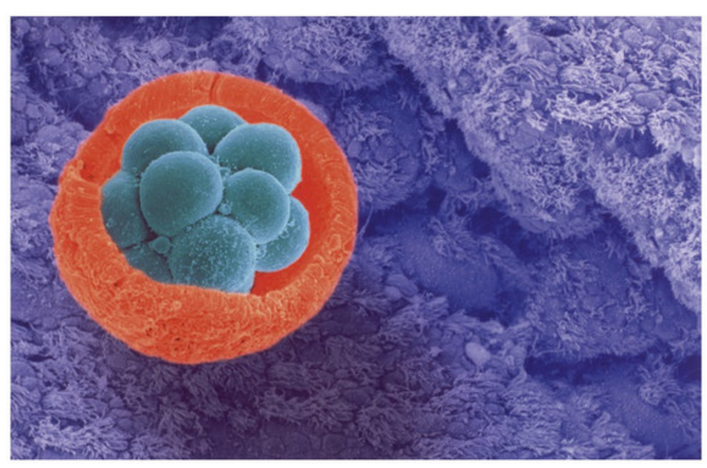
▶ **Afb. 48** Delingen van de bevruchte eicel (microscopische foto's).

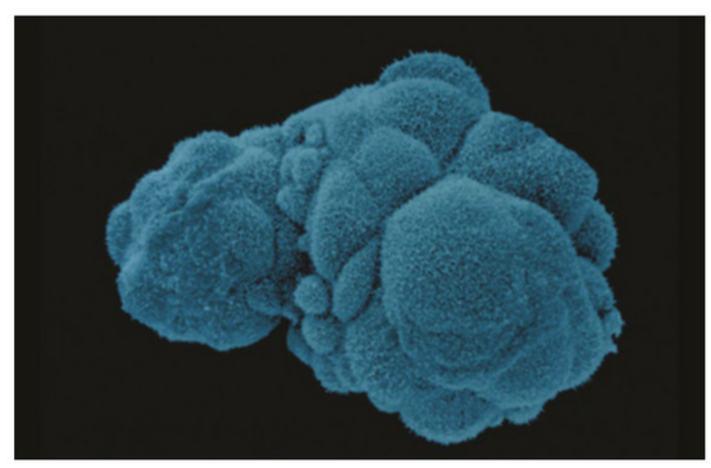

1


2


3

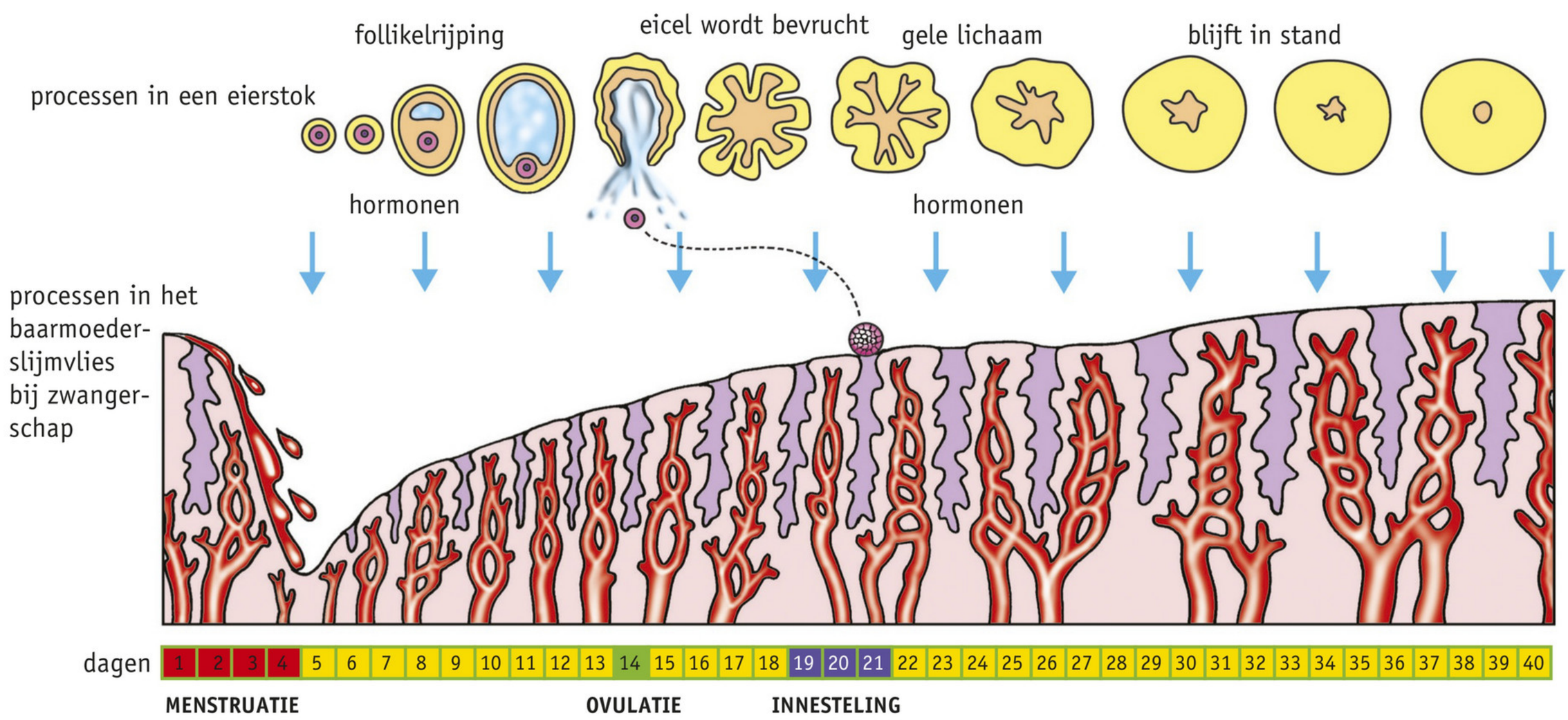

4


5


6

In het bovenste deel van afbeelding 49 zie je dat als de eicel wordt bevrucht, het gele lichaam in stand blijft. Het gele lichaam blijft nu voldoende hormonen produceren om het baarmoederslijmvlies dik en rijk aan klieren te houden. Het baarmoederslijmvlies wordt niet afgestoten.

▼ **Afb. 49** Het verband tussen de processen in een eierstok en de processen in het baarmoederslijmvlies, als er bevruchting optreedt (schematisch).



▼ **Afb. 50** Zwangerschapstest.

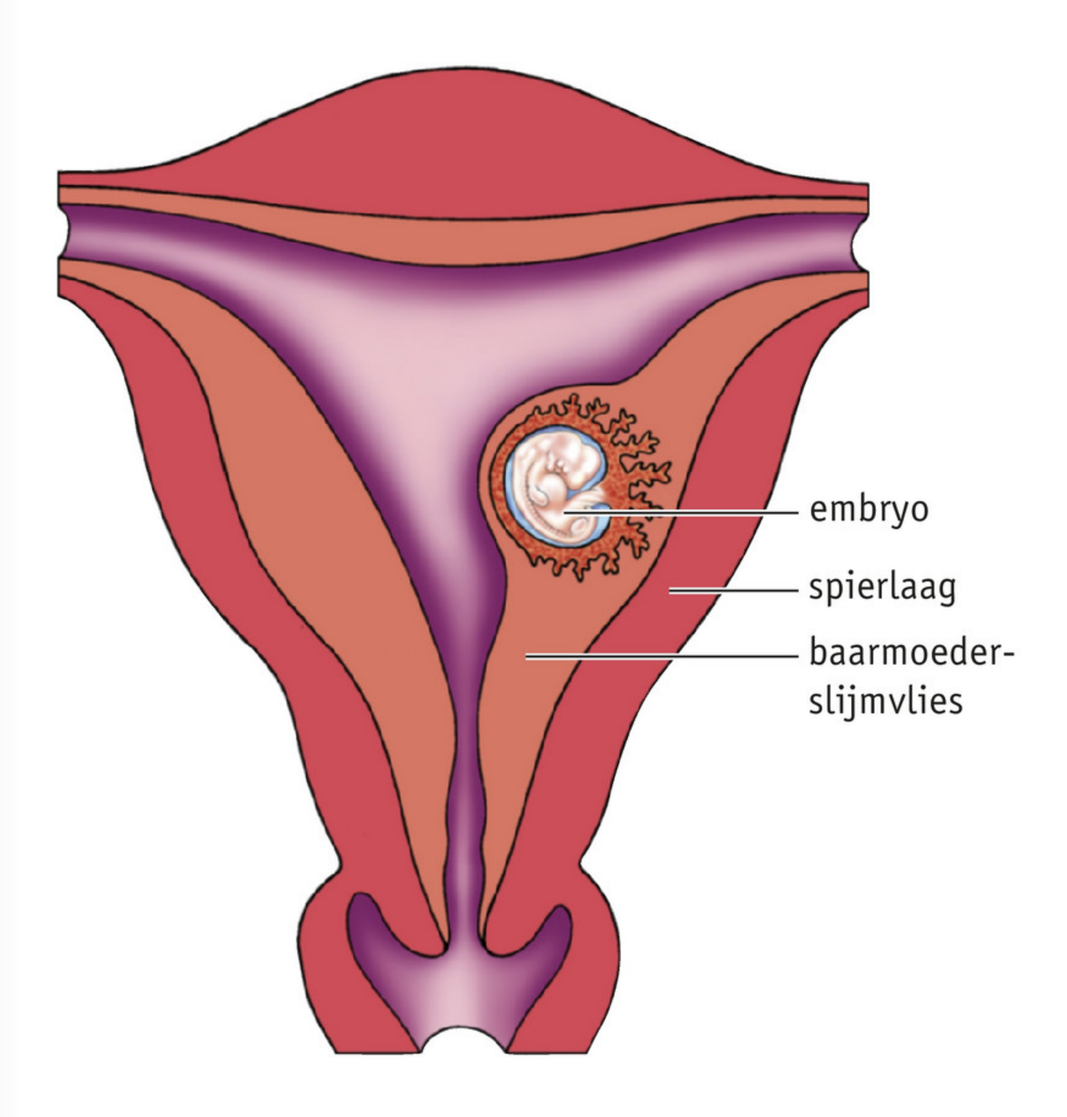
Tijdens de zwangerschap produceert de hypofyse geen hormonen meer die in de eierstokken nieuwe follikels laten rijpen. Er worden daardoor geen nieuwe eicellen rijp en er treedt geen ovulatie op.
Het wegblijven van de menstruatie kan een teken zijn van zwangerschap. Maar ook door andere oorzaken kan een menstruatie later optreden of zelfs een keer worden overgeslagen, bijvoorbeeld door stress of koorts.
Bij de apotheek en drogist zijn eenvoudige tests te koop waarmee een meisje of vrouw zelf kan vaststellen of ze zwanger is (zie afbeelding 50). Vooral een positieve uitslag is zeer betrouwbaar. Ook de huisarts of de arts van een consultatiebureau kan een test doen.

WB OPDRACHT 26 BLZ. 156

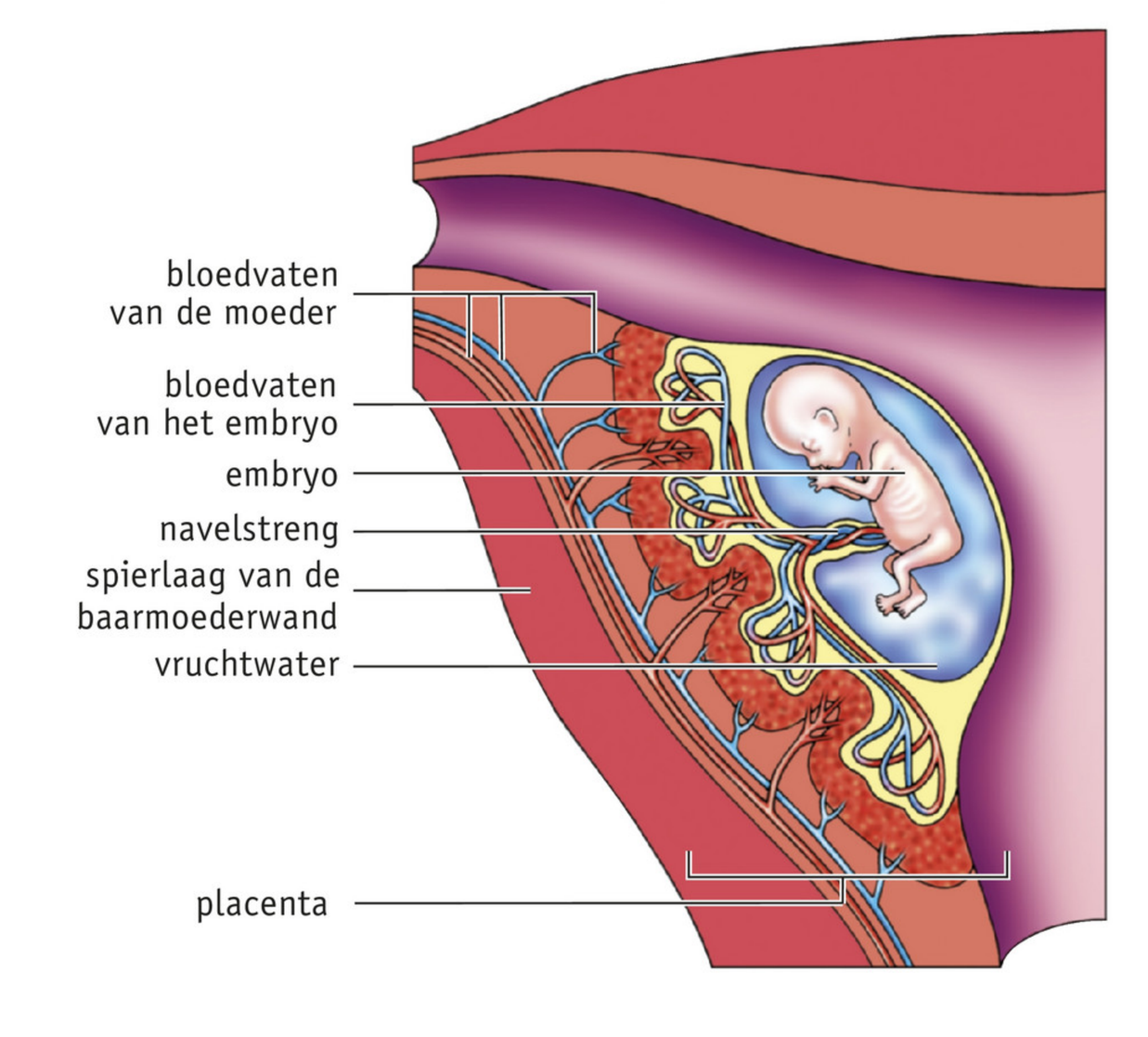
ZWANGERSCHAP

Het kind dat zich in de baarmoeder ontwikkelt, heet de eerste weken **embryo**. Vanaf de achtste week na de bevruchting tot aan de geboorte spreekt men van een **foetus**. De eerste weken van de zwangerschap zorgt het baarmoederslijmvlies voor de voeding van het embryo (zie afbeelding 51).
Daarna ontstaat de **placenta** of **moederkoek** (zie afbeelding 52). Dat is een speciaal deel van de baarmoederwand waar bloed in bloedvaten van het embryo vlak langs bloed van de moeder stroomt. Hierdoor kunnen stoffen worden uitgewisseld van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo en omgekeerd. Het bloed van de moeder stroomt niet door het embryo. Het bloed van de moeder blijft door dunne vliezen gescheiden van het bloed van het embryo.
Het embryo is door de **navelstreng** verbonden met de placenta (zie afbeelding 52). Zuurstof en voedingsstoffen gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo. Afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.

▼ **Afb. 51** Embryo in het baarmoederslijmvlies (schematisch).



▼ **Afb. 52** Embryo in de baarmoeder (schematisch).



Om het embryo liggen twee **vruchtvliezen**. Daarbinnen bevindt zich vloeistof, het **vruchtwater** (zie afbeelding 53). Het embryo drijft in het vruchtwater. Hierdoor wordt het beschermd tegen stoten, tegen uitdroging en tegen wisseling van de temperatuur. Bovendien kan het embryo zich hierin gemakkelijk bewegen.
Het lichaam van de moeder is ondertussen klaargemaakt om haar kind na de bevalling te voeden. Tijdens de zwangerschap hebben de **melkklieren** in de borsten zich ontwikkeld. De borsten worden daardoor groter.

▶ **Afb. 53** Verschillende stadia in de ontwikkeling van een ongeboren kind.

1 embryo, 6 weken oud

2 foetus, 8 weken oud

3 foetus, 12 weken oud

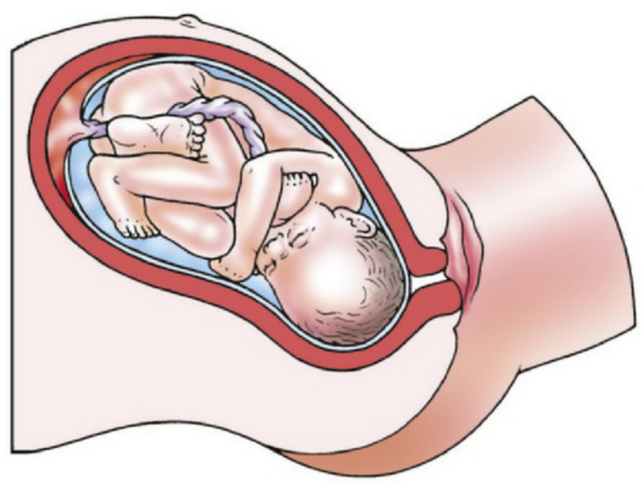
4 foetus, 5 maanden oud

WB OPDRACHT 27 T/M 30 BLZ. 157

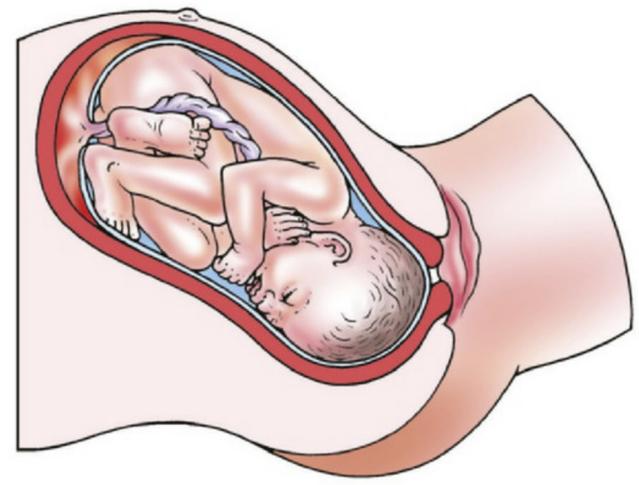
DE GEBOORTE VAN EEN KIND (BEVALLING)

De eerste verschijnselen van de **bevalling** zijn meestal de **weeën**. Hierbij trekken de spieren in de baarmoederwand zich met tussenpozen samen. Tijdens deze weeën worden de baarmoederhals en baarmoedermond wijder (zie afbeelding 54). Dat heet de **ontsluiting**. Hierbij breken meestal de vruchtvliezen, waardoor het vruchtwater via de vagina wegvloeit. Het kan wel twintig uur duren voor de ontsluiting voldoende groot is om het hoofdje er door te laten.

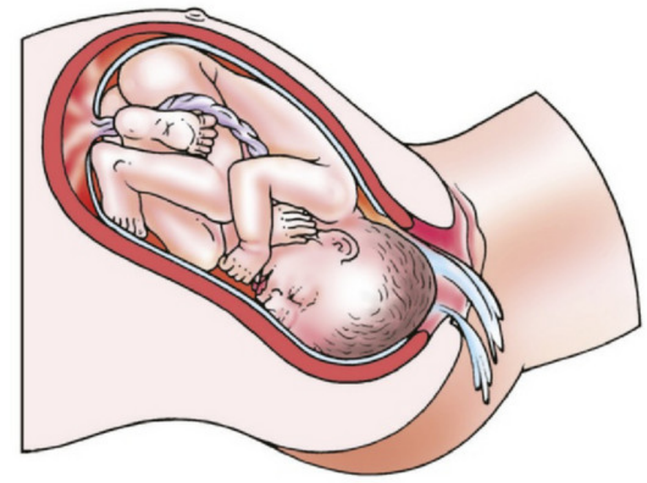
▼ **Afb. 54** De ontsluiting.



1



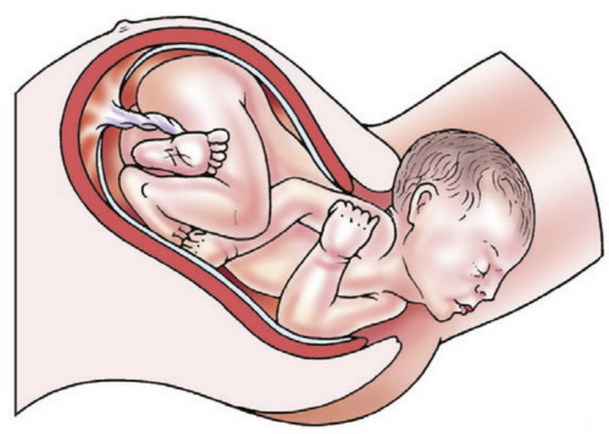
2



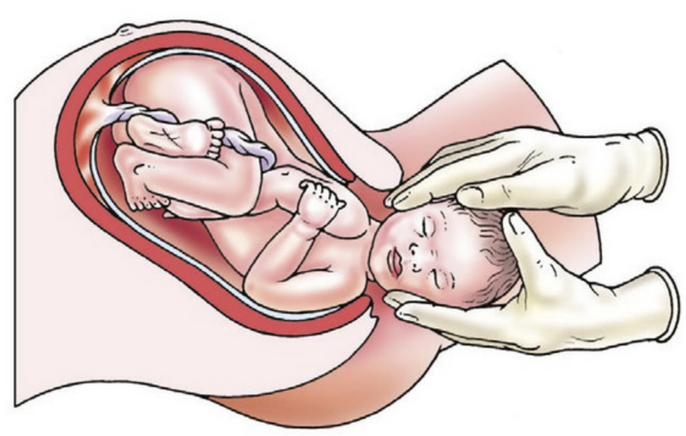
3

Hierna vindt de **uitdrijving** plaats (zie afbeelding 55). De weeën worden steeds krachtiger en ook de spieren in de buikwand gaan zich samentrekken. Door deze **persweeën** wordt het kind naar buiten geperst. De uitdrijving kan van enkele seconden tot wel twee uur duren.

▼ **Afb. 55** De uitdrijving.



1

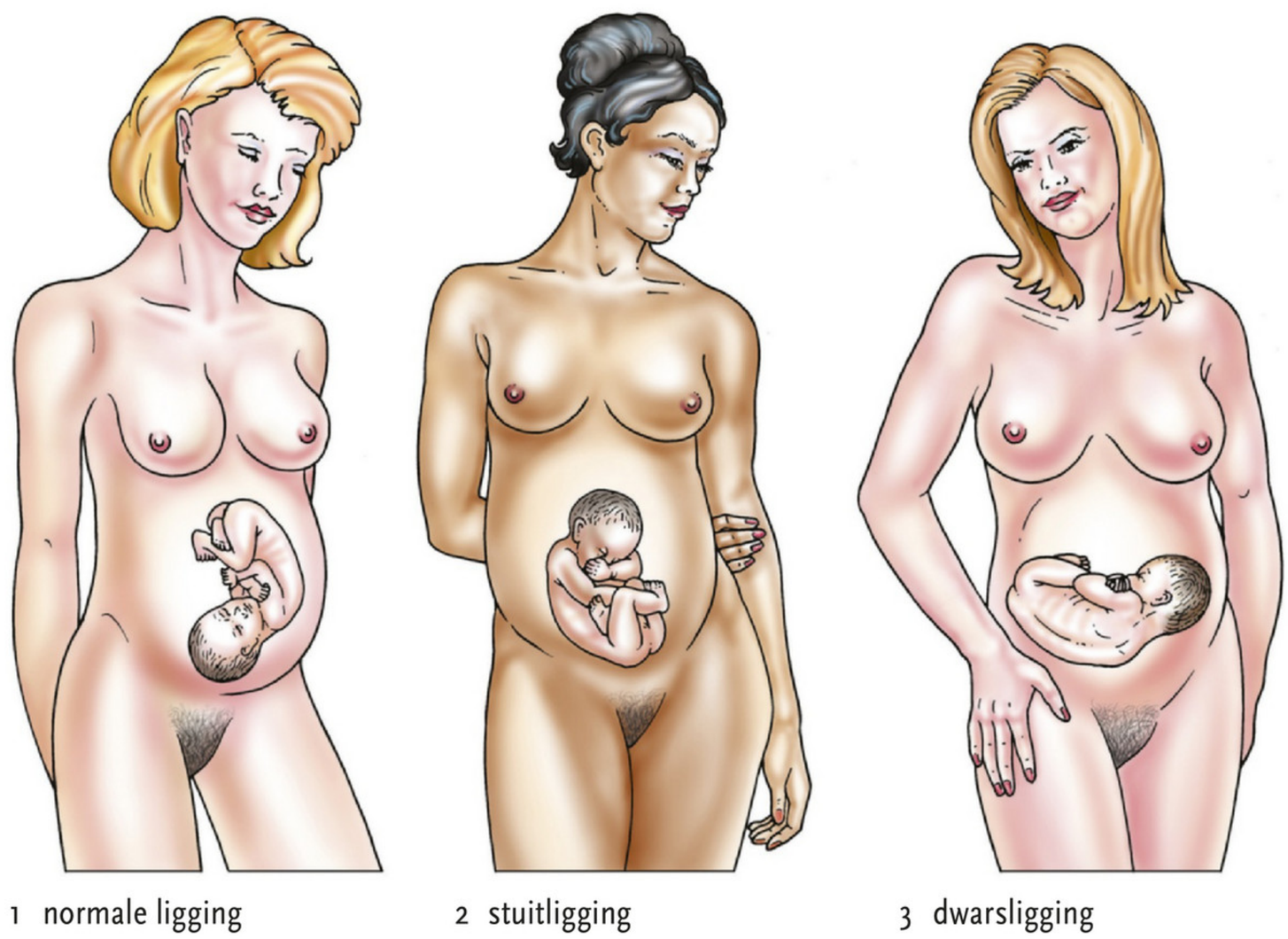


2

3

Bij een normale bevalling komt eerst het hoofdje naar buiten. Bij een **stuitligging** (zie afbeelding 56.2) komt eerst het kontje of een voetje naar buiten. Bij een **dwarsligging** (zie afbeelding 56.3) kan het kind niet via de vagina worden geboren. Door een operatie via de buikwand (**keizersnede**) komt het kind ter wereld.
Ook bij een stuitligging wordt het kind vaak geboren via een keizersnede (zie afbeelding 57). Een dwarsligging komt niet vaak voor.

▶ **Afb. 56** Ligging in de buik van de moeder.



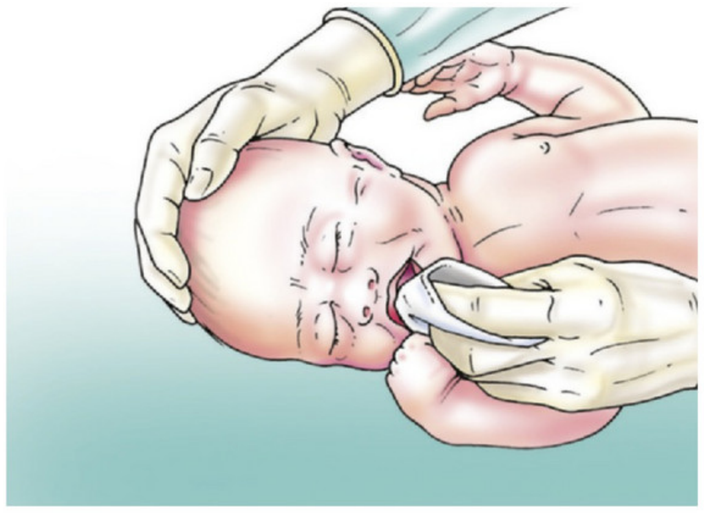
▼ **Afb. 57**

Gynaecoloog

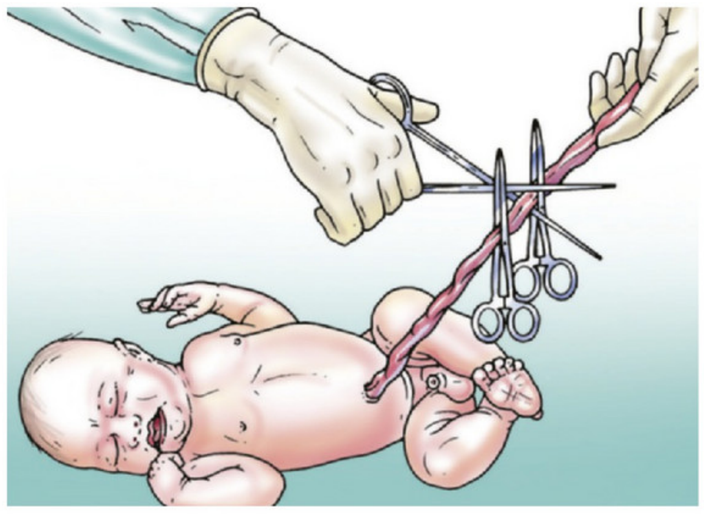
Hallo, mijn naam is Loes. Ik werk als gynaecoloog en houd me onder andere bezig met zwangerschappen en bevallingen die niet goed verlopen.
In Nederland worden veel baby's thuis geboren onder begeleiding van een verloskundige. Thuis bevallen kan ook te veel risico met zich meebrengen. Bijvoorbeeld bij een stuitligging. Dan wordt de baby in het ziekenhuis geboren. In het ziekenhuis is een gynaecoloog verantwoordelijk voor bevallingen. Ook andere factoren bepalen het risico bij een bevalling. De grootte van het hoofdje bijvoorbeeld en de grootte van de eventuele vorige kinderen. De aanstaande moeder beslist vaak mee of het kindje via een vaginale bevalling of via een keizersnede in het ziekenhuis plaatsvindt. Een keizersnede is voor de baby vaak wel veilig, maar vooral voor de moeder zijn er ook risico's aan een geboorte via een keizersnede. Zo kan de placenta vastgroeien aan het littekenweefsel van een eerdere keizersnede. De placenta komt dan niet meer los en moet met de baarmoeder worden verwijderd.

Na de geboorte worden restjes slijm uit de mond en luchtwegen van de baby gehaald (zie afbeelding 58.1). Vervolgens wordt de navelstreng afgeklemd en doorgeknipt (zie afbeelding 58.2). De baby begint meestal meteen te huilen. Dat is een goed teken: de ademhaling is op gang gekomen.
Het deel van de navelstreng dat aan de baby vastzit, droogt in ongeveer een week uit en valt dan af. Hierdoor ontstaat bij het kind een soort litteken op de buik, de navel.

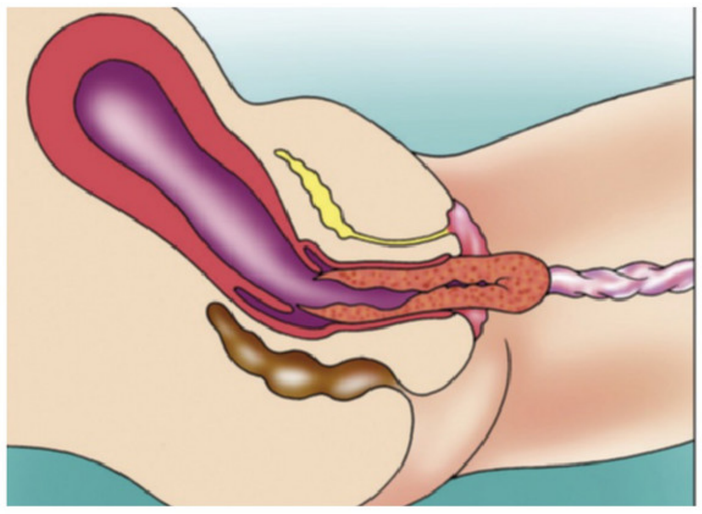
▼ **Afb. 58** Na de geboorte.



1 restjes slijm worden uit de mond van de baby gehaald



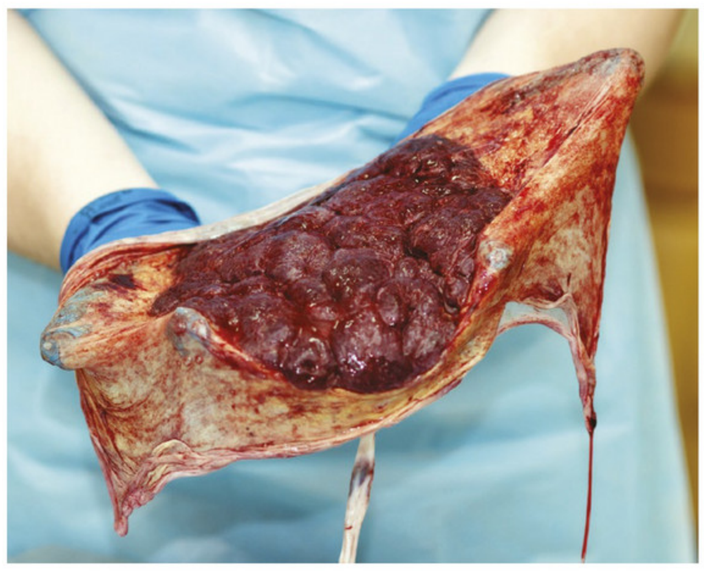
2 de navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt



3 nageboorte

Na de uitdrijving is de bevalling nog niet helemaal afgelopen. De placenta en de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen worden door samentrekkingen van de baarmoederwand losgewoeld. Ze worden ongeveer een kwartier na de baby uitgedreven (zie afbeelding 58.3). We noemen dit de **nageboorte**. De nageboorte kan worden bespoedigd door een injectie met een hormoon. De verloskundige of arts controleert of de nageboorte compleet is (zie afbeelding 59).

▶ **Afb. 59** Nageboorte met vruchtvliezen.



▼ **Afb. 60** Moeder met pasgeboren baby.

WB OPDRACHT 31 EN 32 BLZ. 160

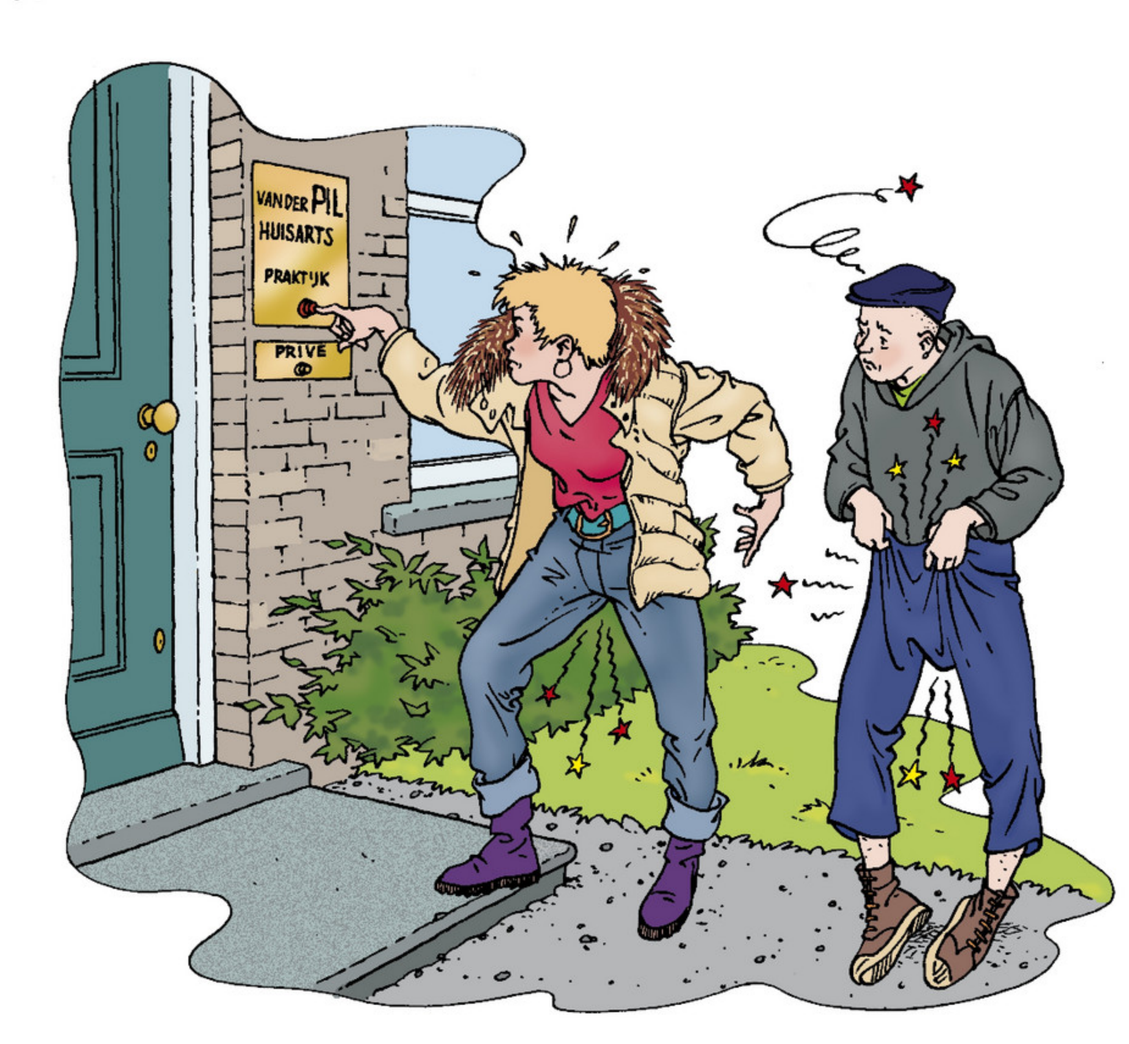
8 Seksueel overdraagbare aandoeningen

Er zijn enkele ziekten die je alleen kunt krijgen via intiem lichamelijk contact met een besmette persoon. Deze ziekten worden **seksueel overdraagbare aandoeningen** (**soa's**) of **geslachtsziekten** genoemd. Besmetting hoeft niet alleen door geslachtsgemeenschap plaats te vinden. Ook door allerlei andere vormen van homo- of heteroseksueel contact kan besmetting plaatsvinden als bij dit contact geslachtsorganen, mond of anus zijn betrokken. Dat je een soa zomaar kunt oplopen op een vieze wc of door te drinken uit het glas van een ander is een fabeltje. De ziekteverwekkers die een soa veroorzaken, gaan namelijk buiten het lichaam van een mens snel dood.
De meest voorkomende soa in Nederland is chlamydia (zie tabel 1). Aids is misschien wel het meest bekend. Bij chlamydia is de ziekteverwekker een bacterie, bij aids een virus. In extra basisstof 10 kun je meer leren over andere seksueel overdraagbare aandoeningen.

▼ **Tabel 1** De meest voorkomende soa's.

Soa	Geschat aantal nieuwe infecties per jaar in Nederland
1 Chlamydia	60 000
2 Genitale wratten	25 000
3 Herpes genitalis	12 000
4 Gonorroe	6000
5 Hepatitis B	2000
6 Syfilis	750
7 Hiv-infectie (aids)	700
Overige soa	3000

▼ **Afb. 61**



CHLAMYDIA

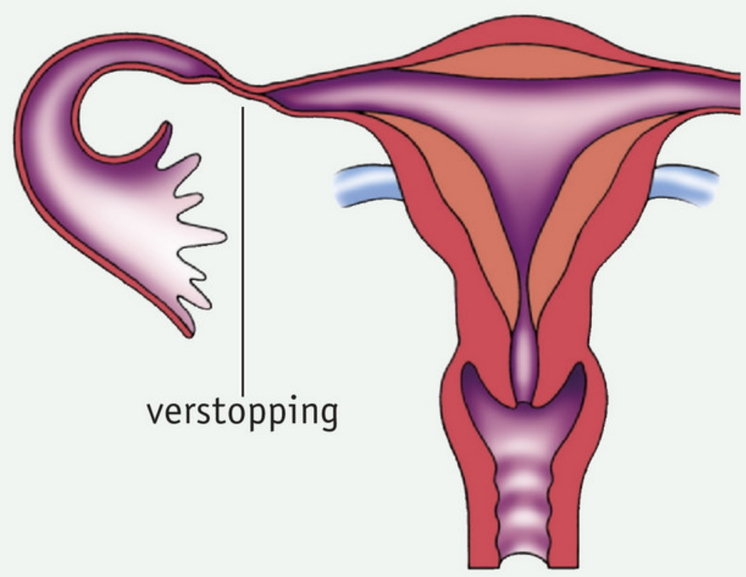
De bacterie die **chlamydia** veroorzaakt, komt vooral voor in de urinebuis en in de baarmoederhals van mensen tussen 15 en 30 jaar. Bij twee derde van de besmette vrouwen en bij de helft van de besmette mannen veroorzaakt deze bacterie geen ziekteverschijnselen. Deze personen merken niets van de besmetting, maar kunnen chlamydia wel overdragen op personen met wie ze seksueel contact hebben.
De chlamydiabacterie kan een ontsteking veroorzaken van de anus, de baarmoedermond en de urinebuis. De ontstekingen kunnen bij mannen de volgende ziekteverschijnselen veroorzaken: een (waterige) afscheiding uit de penis, pijn bij het

plassen en pijn in de balzak. Bij vrouwen kan de ontsteking pijn bij het plassen, pijn bij het vrijen en pijn in de onderbuik veroorzaken. Ook bloedverlies uit de vagina buiten de menstruatieperiode en meer of andere vaginale afscheiding dan normaal komt voor. Als chlamydia niet tijdig wordt behandeld, kan de ontsteking uitbreiden naar de eileiders of bijballen. De gevolgen kunnen dan ernstig zijn (zie afbeelding 62). Jaarlijks worden ongeveer duizend vrouwen onvruchtbaar door een onbehandelde chlamydiaontsteking. Chlamydia is te bestrijden met een antibioticum.

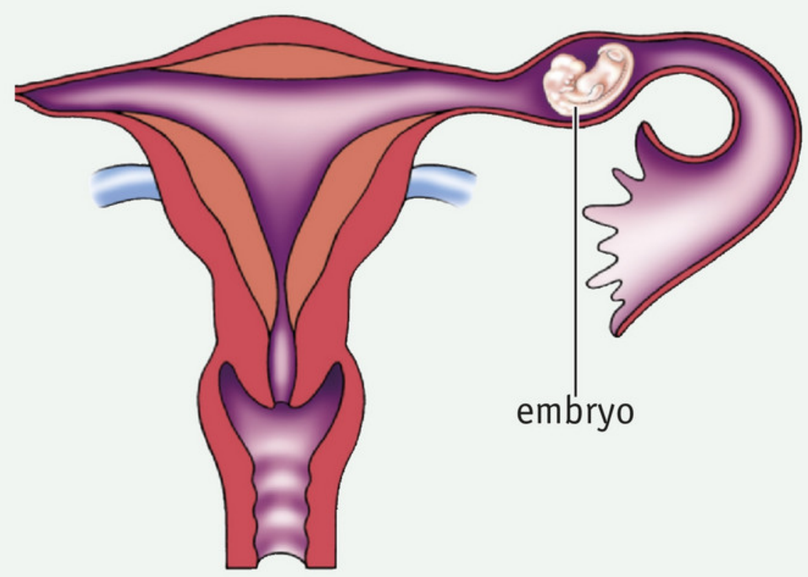
▼ **Afb. 62**

Groot onderzoek naar chlamydia

Ruim 300 000 jongeren krijgen een oproep om zich te laten testen op chlamydia. Via internet kan de test worden aangevraagd. Privacy is verzekerd. Het voordeel van deze manier van testen is dat er geen vervelend inwendig onderzoek bij de huisarts nodig is. Mannen sturen een urinemonster naar het laboratorium en vrouwen sturen een zelf af te nemen uitstrijkje. De uitslag van de test is ook op internet te vinden. Een deel van de jongeren is seksueel niet actief of heeft al langere tijd een vaste partner. Ze lopen geen besmettingsrisico en doen dus terecht niet mee. In de afbeeldingen is te zien welke gevolgen een onbehandelde chlamydia kan hebben bij een vrouw.



1 onvruchtbaarheid
In een eileider ontstaat na een chlamydiaontsteking littekenweefsel. Hierdoor raakt de eileider verstopt. Een vrouw wordt daardoor onvruchtbaar.



2 een buitenbaarmoederlijke zwangerschap
Een bevruchte eicel kan voor een chlamydiaontsteking blijven plakken. Het embryo zal zich buiten de baarmoeder ontwikkelen, waardoor een buitenbaarmoederlijke zwangerschap ontstaat.

AIDS

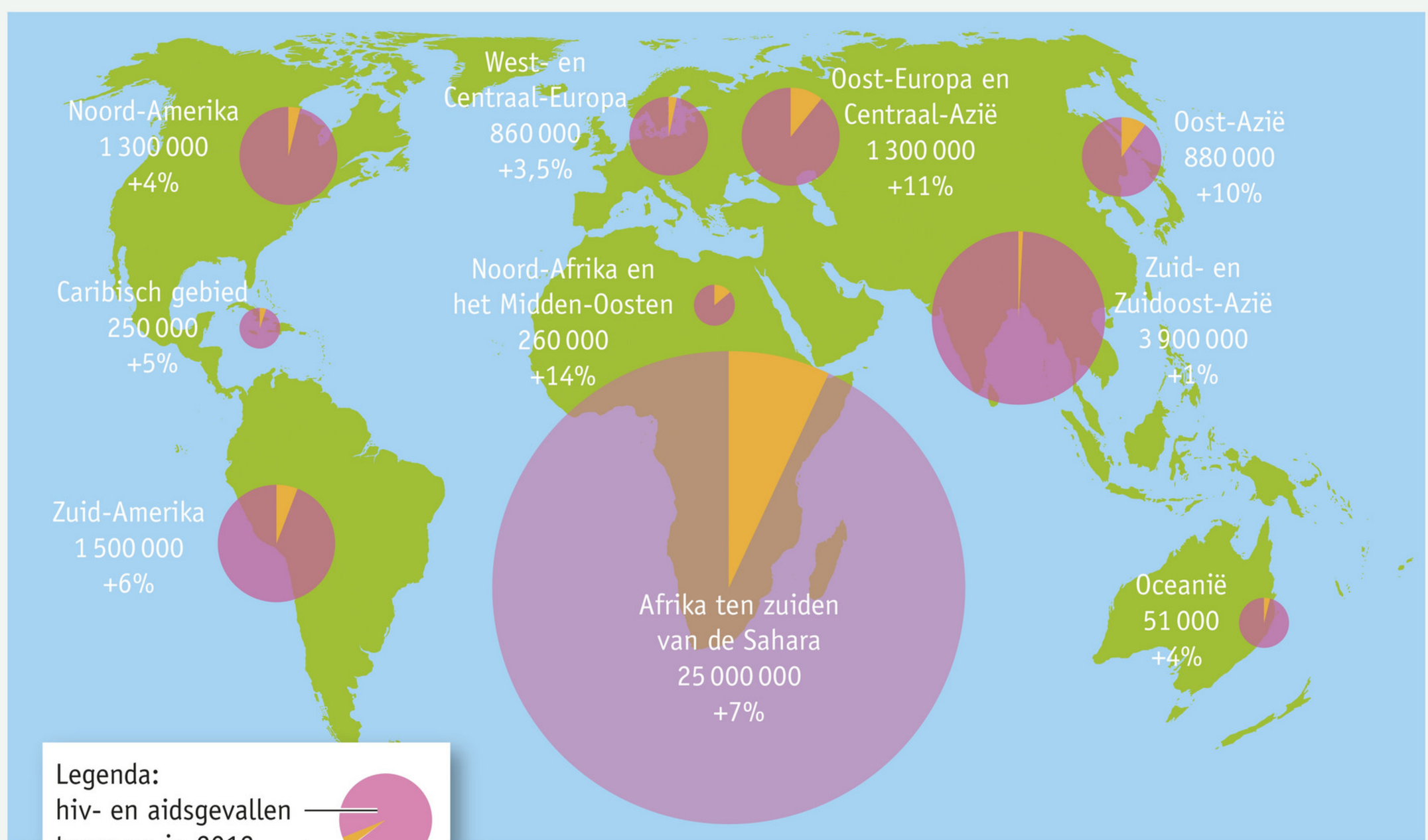
Bij **aids** is het afweersysteem van de besmette persoon aangetast. Hierdoor wordt deze persoon vatbaar voor allerlei ziekten, zoals darm- en longontstekingen of huidkanker. Een gezond iemand kan zich tegen deze infecties verweren. Een aidspatiënt kan lijden aan heel verschillende ziekten, soms zelfs aan meerdere ziekten tegelijk. Aids heeft dus geen specifieke ziekteverschijnselen.

Aids wordt veroorzaakt door het aidsvirus, dat ook wel **hiv** (Human Immunodeficiency Virus) wordt genoemd. Dit hiv-virus verandert voortdurend een beetje. Iemand kan besmet zijn zonder dat er ziekteverschijnselen optreden. Het kan enkele maanden duren, maar soms ook meer dan tien jaar. Door een speciale test kan worden aangetoond dat het aidsvirus het lichaam van een besmette persoon is binnengedrongen. Als dit is aangetoond bij een gezonde persoon, wordt deze persoon **seropositief** genoemd. Een seropositieve persoon moet zo snel mogelijk **hiv-remmers** slikken. Hoe later men start met hiv-remmers, hoe groter de kans om aids te krijgen. Aids kan dodelijk zijn. Hiv-remmers zijn bepaalde combinaties van medicijnen die de vermenigvuldiging van het hiv-virus in het

▼ **Afb. 63**

Aids wereldwijd

AMSTERDAM – In 2012 zijn 2,3 miljoen mensen geïnfecteerd geraakt met het aidsvirus (hiv). Dat jaar stierven er 1,6 miljoen mensen aan aids. Deze cijfers zijn bekendgemaakt door UNAids, het aidsprogramma van de Verenigde Naties, en de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO). Vooral Midden- en Zuid-Afrika zijn getroffen.
In 2012 werd het aantal hiv-geïnfecteerden geschat op 35,3 miljoen. Slechts 10 miljoen daarvan hebben toegang tot hiv-remmers.



lichaam afremmen. Genezing van een hiv-infectie is niet mogelijk, waardoor men levenslang op vaste tijdstippen hiv-remmers moet slikken. Hiv-remmers kunnen bijwerkingen hebben zoals misselijkheid. Slechts een klein deel van de wereldbevolking heeft de beschikking over deze hiv-remmers (zie afbeelding 63).

Je kunt het aidsvirus binnenkrijgen via bloed, sperma, vaginaal vocht, voorvocht of moedermelk van een besmette persoon. De meeste besmetting vindt plaats door onveilige seks (bijvoorbeeld geslachtsgemeenschap zonder condoom) of doordat druggebruikers elkaars spuiten en naalden gebruiken. Door niezen, hoesten, zoenen of door elkaars bestek te gebruiken, kan de ziekte niet worden overgebracht. Je kunt dus zonder gevaar op een normale manier met aidspatiënten of seropositieve mensen blijven omgaan.

Veel jongeren vrijen nog onveilig waardoor ze een soa oplopen (zie afbeelding 64). Je kunt met sommige soa's zoals chlamydia en hiv zijn besmet zonder dat je iets merkt. Om te weten of je bent besmet kun je een **soa-test** doen. Uit onderzoek blijkt dat steeds meer mensen dit doen (zie afbeelding 65).

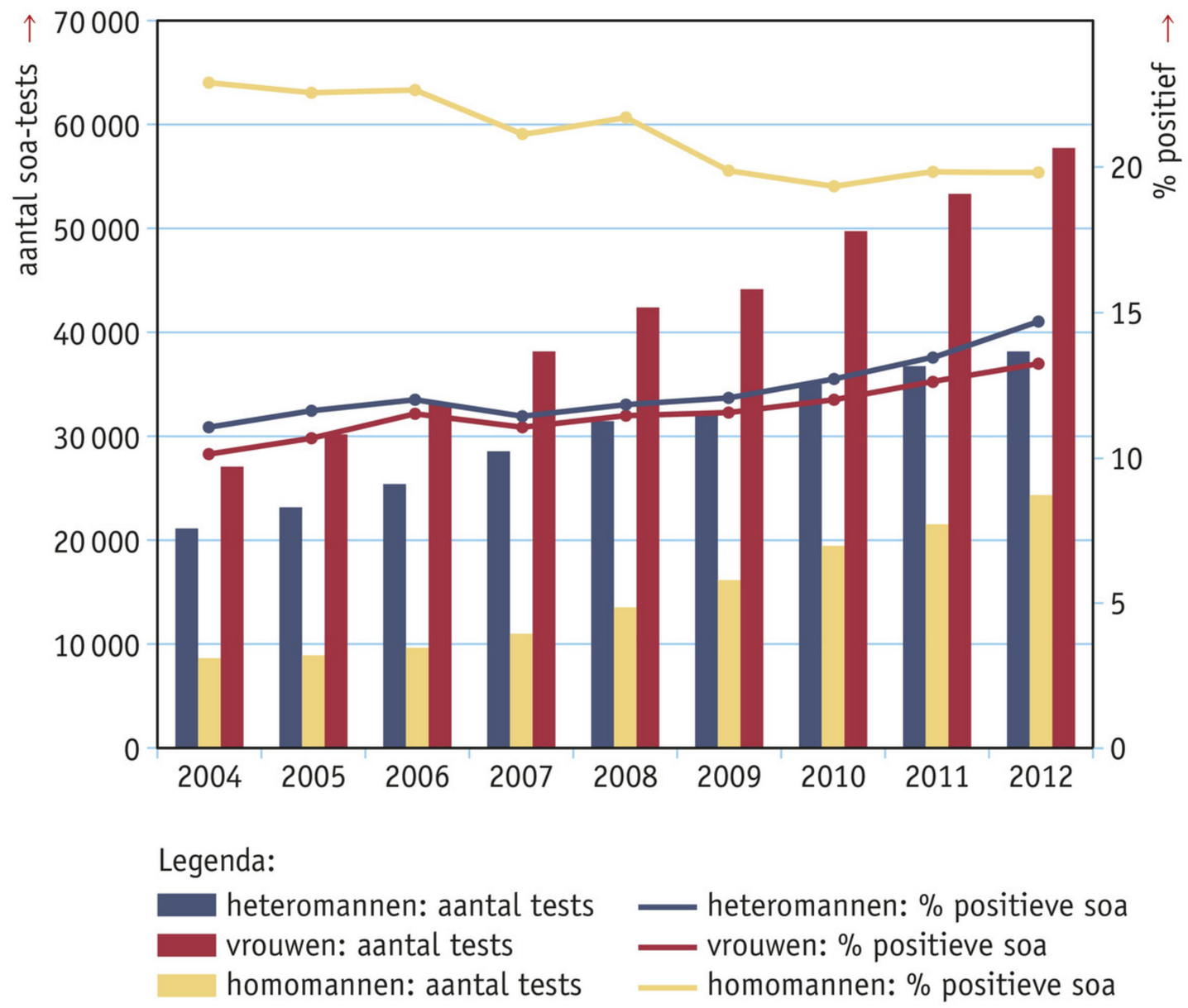
WB OPDRACHT 33 T/M 36 BLZ. 162

▼ Afb. 64

Jongere vrijt nog te veel onveilig

Een kwart van de jongeren gebruikt nog geen condoom bij de eerste geslachtsgemeenschap. Vooral bij jongeren die vroeg met seks beginnen is het percentage onbeschermde seks hoog. Ruim de helft van de Nederlandse jongeren met een relatie vrijt na ruim drie maanden zonder condoom.
Dit blijkt uit een onderzoek van Rutgers Nisso Groep.
De belangrijkste redenen die men opgeeft, zijn dat men elkaar vertrouwt en dat vrijen met condoom minder lekker is.
De meest veilige manier is echter dat beide partners bij het begin van een nieuwe relatie een soa-test doen. Zolang de uitslag nog niet bekend is, moeten ze een condoom gebruiken bij het vrijen. Als na drie maanden de uitslag van de soa-test voor beide partners gunstig uitvalt, kunnen ze zonder condoom vrijen.

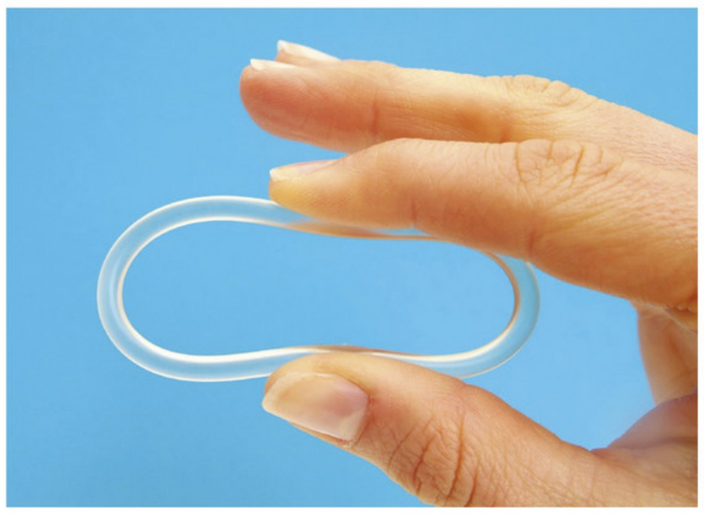
▼ Afb. 65

ONDERZOEK	SOA-TESTS IN NEDERLAND
Probleemstelling	Hoeveel soa-tests worden er uitgevoerd in Nederland en hoeveel daarvan zijn er positief?
Werkwijze	Gedurende 2004 tot en met 2012 wordt het aantal soa-tests en het percentage positieve tests geregistreerd bij de huisartsen en de centra seksuele gezondheid.
Resultaat	

9 Andere manieren van geboorteregeling

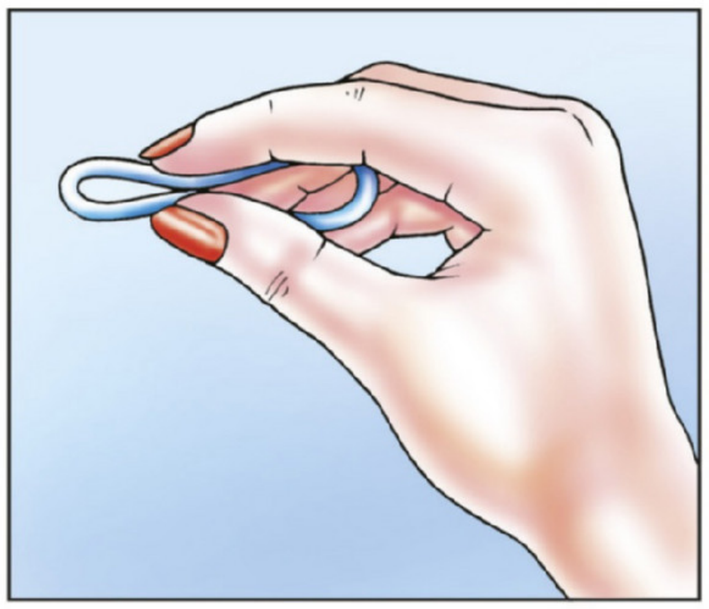
In basisstof 6 heb je twee onbetrouwbare en twee betrouwbare methoden van geboorteregeling leren kennen. Er zijn nog andere manieren om zwangerschap te voorkomen.

▼ **Afb. 66** NuvaRing.

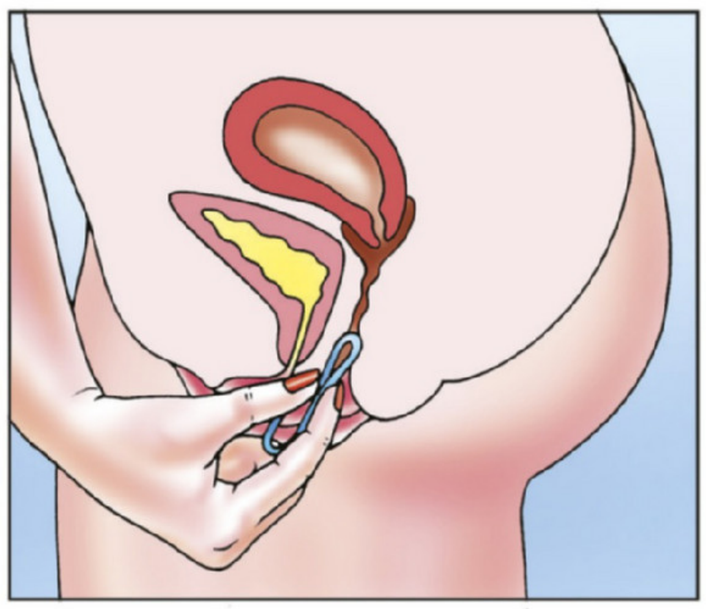


De **NuvaRing** is een vrij nieuw voorbehoedmiddel (zie afbeelding 66). De NuvaRing is een kunststof ring die dezelfde hormonen bevat als de pil. Een vrouw brengt de NuvaRing zelf aan in haar vagina (zie afbeelding 67). De vrouw draagt de ring drie weken onafgebroken met daarna een pauzeweek. De hoeveelheid hormonen is minder dan bij de pil, waardoor bepaalde bijwerkingen minder zijn. Er bestaat wel een erg kleine kans op trombose, maar deze kans bestaat ook bij gebruik van de pil. De NuvaRing is een in Nederland goedgekeurd voorbehoedmiddel (2014).
Er zijn nog andere voorbehoedmiddelen die dezelfde hormonen bevatten als de pil. Bij de **prikpil** (zie afbeelding 68) krijgt een vrouw om de drie maanden een prik met een hormoon dat de ovulatie remt. Een van de bijwerkingen is dat de menstruatie afneemt en soms geheel wegblijft. Wanneer men stopt met de prikpil kan het bij sommige vrouwen wel twee jaar duren voordat de menstruaties terugkomen. Een **anticonceptiepleister** (zie afbeelding 69) wordt drie weken op de huid gedragen en wekelijks vervangen. Daarna is er een pauzeweek.

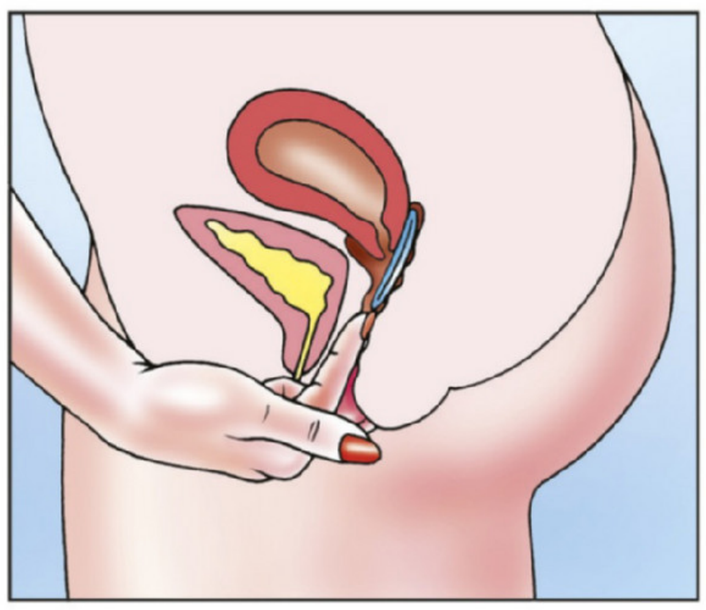
▼ **Afb. 67** De NuvaRing inbrengen.



1 druk de ring samen tussen duim en wijsvinger



2 breng de gevouwen ring zachtjes in de vagina



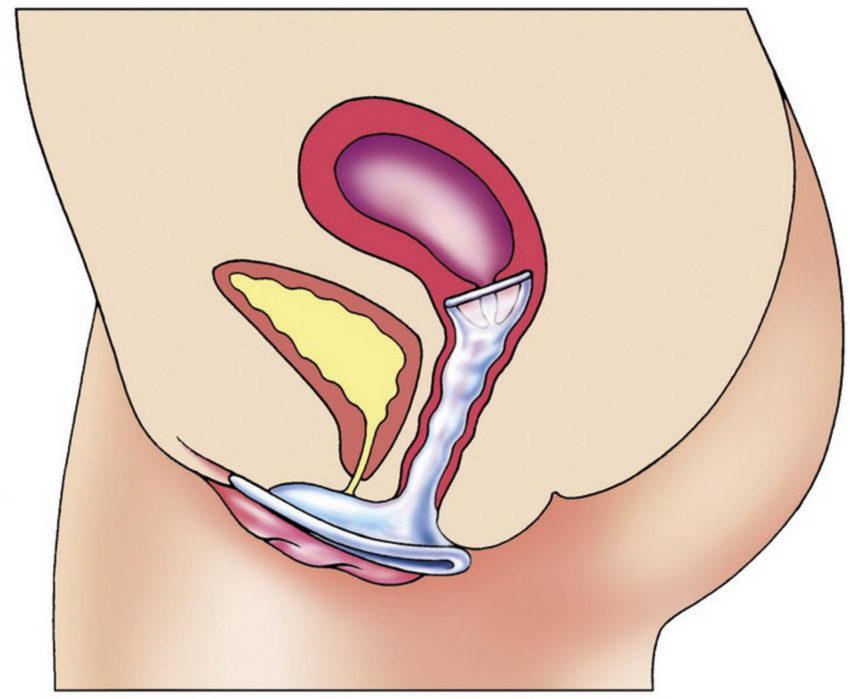
3 duw de ring met de vinger zo hoog mogelijk de vagina in, zodat de ring comfortabel zit

▼ **Afb. 68** Prikpil.

▼ **Afb. 69** Anticonceptiepleister.

▼ **Afb. 70** Vrouwencondoom.

▼ **Afb. 71** Een vrouwencondoom in de vagina aangebracht.



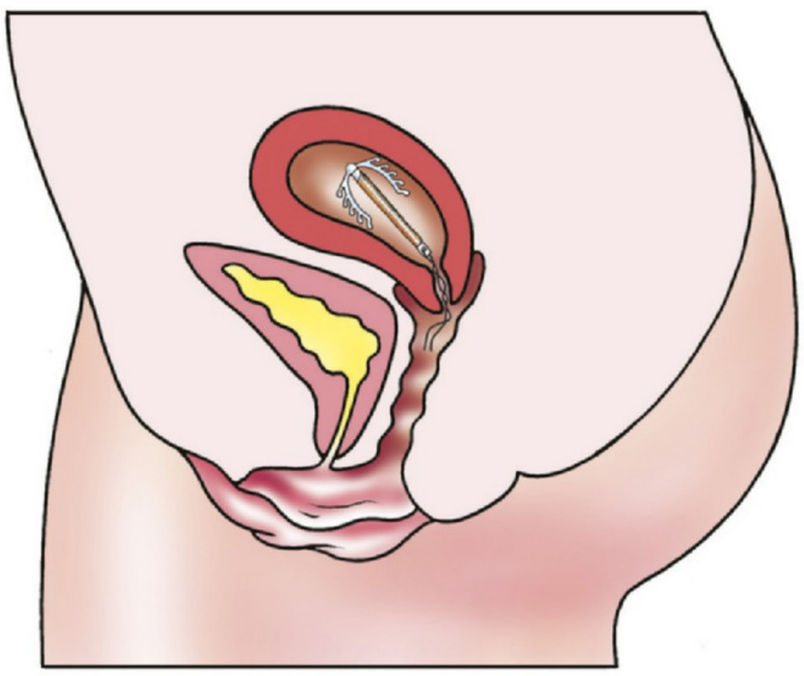
Een speciaal soort condoom is het **vrouwencondoom** dat in de vagina wordt aangebracht (zie afbeelding 70). Het aanbrengen kan al enkele uren voor het vrijen gebeuren, zodat het vrijen niet hoeft te worden onderbroken. Ook een vrouwencondoom moet je slechts één keer gebruiken.
Een **spiraaltje** (zie afbeelding 72) wordt door een arts in de baarmoeder aangebracht (zie afbeelding 73). Er zijn twee soorten spiraaltjes. Een **hormoonspiraaltje** (zie afbeelding 72.1) geeft dagelijks kleine hoeveelheden hormoon af. Door de werking van hormonen worden bevruchting en innesteling bemoeilijkt. Door een hormoonspiraaltje neemt het bloedverlies tijdens de menstruatie af. Menstruatieklachten worden daardoor ook minder. Na vijf jaar is een hormoonspiraaltje uitgewerkt en moet het worden vervangen.
Een **koperspiraaltje** is omwikkeld met een koperdraadje (zie afbeelding 72.2). Een koperspiraaltje kan lang blijven zitten, tien jaar is geen uitzondering. In de baarmoeder veroorzaakt een koperspiraaltje een reactie waardoor zaadcellen worden aangetast en innesteling wordt bemoeilijkt.
Een bijverschijnsel van spiraaltjes is dat de menstruaties in het begin wat heviger kunnen worden en gepaard kunnen gaan met buikkrampen. Spiraaltjes zijn gemakkelijk in het gebruik, omdat er niets kan worden vergeten.

▼ **Afb. 72** Spiraaltjes.

1 hormoonspiraaltje

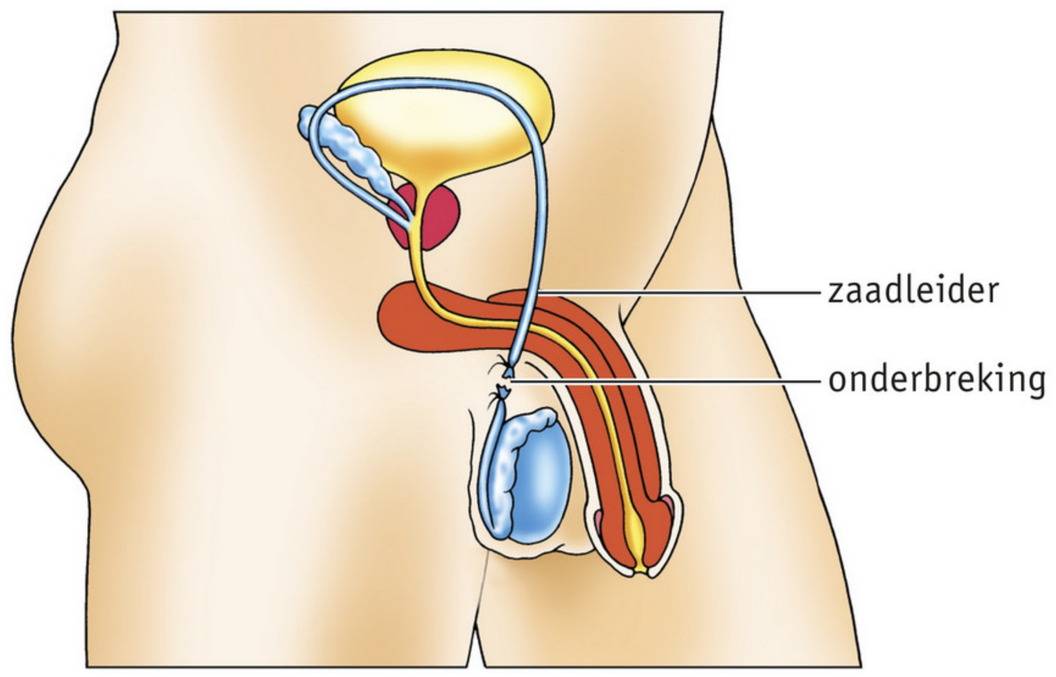
2 koperspiraaltje

▼ **Afb. 73** Een spiraaltje in de baarmoeder aangebracht.

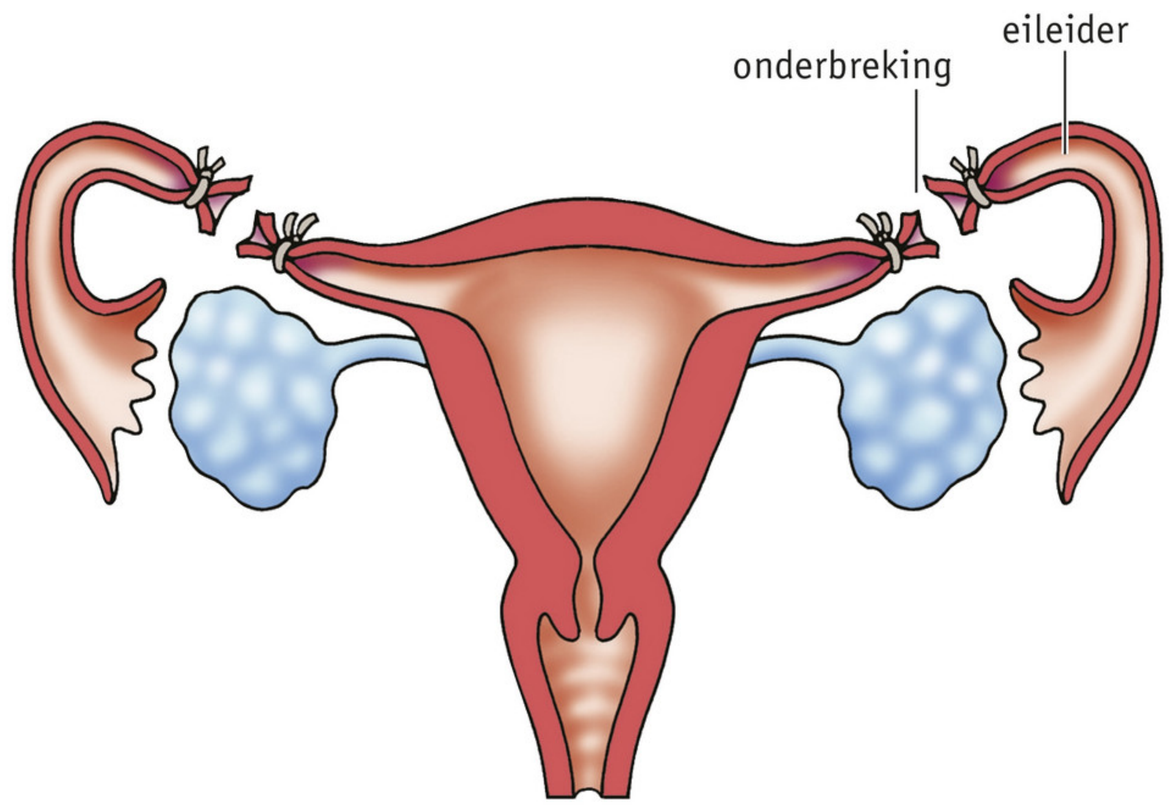


Bij **sterilisatie** wordt een man of een vrouw door middel van een kleine operatie onvruchtbaar gemaakt. Bij een man worden beide zaadleiders onderbroken.
De productie van zaadcellen gaat normaal door. Ook verandert er niets aan de hoeveelheid vocht die bij een zaadlozing vrijkomt. De geproduceerde zaadcellen kunnen het lichaam niet meer verlaten. Ze worden in de bijballen en in de zaadleiders afgebroken (zie afbeelding 74.1).
Bij een vrouw worden de eileiders onderbroken, waardoor de eicellen niet meer in aanraking kunnen komen met zaadcellen (zie afbeelding 74.2).

▶ **Afb. 74** Sterilisatie (schematisch).



1 bij een man



2 bij een vrouw

In afbeelding 75 is een onderzoek naar de betrouwbaarheid van verschillende manieren van geboorteregeling weergegeven.

WB OPDRACHT 37 T/M 39 BLZ. 166

▼ Afb. 75

ONDERZOEK	BETROUWBAARHEID VAN NEGEN MANIEREN VAN GEBOORTEREGELING		
Probleemstelling	Wat zijn betrouwbare manieren van geboorteregeling?		
Experiment	Van negen manieren van geboorteregeling wordt bepaald hoeveel zwangerschappen er in een jaar bij honderd seksueel actieve vrouwen in de vruchtbare leeftijd ontstaan, ondanks dat ze een bepaalde manier van geboorteregeling toepassen. De resultaten worden weergegeven met de Pearl-index (het zwangerschapscijfer). De Pearl-index in theorie geeft het percentage zwangerschappen weer als de betreffende methode perfect wordt toegepast. In de praktijk worden er echter af en toe fouten gemaakt in het gebruik.		
Resultaat		Pearl-index in theorie	Pearl-index in de praktijk
	1 Condoom	2	5–12
	2 De pil	2–3	5
	3 Coïtus interruptus	1	12–38
	4 Periodieke onthouding	3,3	6–49
	5 NuvaRing	0,4	0,5–2
	6 Prikpil	0,1	0,5
	7 Vrouwencondoom	2,6	3–5
	8 Spiraaltje	0,2	1–3
	9 Sterilisatie	0,25	0,5

10 Andere seksueel overdraagbare aandoeningen

In de basisstof heb je twee seksueel overdraagbare aandoeningen leren kennen: chlamydia en aids. In tabel 1 heb je gezien dat er nog meer soa's zijn.

GENITALE WRATTEN

Genitale wratten (zie afbeelding 76) zijn goedaardige huidafwijkingen op de geslachtsdelen en rond de anus. De wratten kunnen ook in de vagina of anus voorkomen. Genitale wratten zijn na chlamydia de meest voorkomende soa. De wratten zijn niet schadelijk voor de gezondheid, maar kunnen wel erg hinderlijk zijn. Ze worden overgedragen door bepaalde typen van het Humaan Papilloma Virus (HPV). Net als gewone wratten op handen en voeten zijn genitale wratten besmettelijk. Genitale wratten worden meestal overgedragen door seksueel contact. Een besmetting kan ook plaatsvinden door het gezamenlijk gebruik van een handdoek of washandje. Genitale wratten kun je zelf behandelen door het regelmatig aanbrengen van een vloeistof of een crème. Een arts kan ook de wratten behandelen door ze weg te schroeien, te bevriezen of chirurgisch weg te snijden. Genitale wratten kunnen zich uitbreiden. Daarom is een snelle behandeling belangrijk.

▼ **Afb. 76** Genitale wratten.

HERPES

Herpes genitalis (zie afbeelding 77) is een soa die meestal wordt veroorzaakt door het herpes simplex virus (type 2). Het virus kan een infectie veroorzaken. Meestal is de huid op of rondom de penis, de schaamlippen, de ingang van de vagina of de anus geïnfecteerd. Op deze plaatsen ontstaan rode plekjes, die na ongeveer anderhalve dag veranderen in blaasjes en zweertjes of kleine wondjes. Er ontstaat jeuk en een branderig gevoel. Soms is er pijn bij het plassen of ontstaat er een afscheiding uit de vagina. Na enkele weken drogen de blaasjes en zweertjes op en genezen ze, meestal zonder littekens achter te laten. Na een aanval kan het virus zich opnieuw vermenigvuldigen en een nieuwe aanval veroorzaken. Er is geen geneesmiddel tegen het virus. Er zijn wel middelen die de groei van het virus kunnen remmen en de hoeveelheid aanvallen kunnen verminderen. De behandeling bestaat meestal uit het innemen van tabletten.
Een andere bekende herpesinfectie is **herpes labialis** of **koortslip** (zie afbeelding 78). Deze infectie wordt meestal veroorzaakt door het herpes simplex virus (type 1).

▼ **Afb. 77** Herpes genitalis.

▼ **Afb. 78** Herpes labialis.

▼ **Afb. 79** Eerste verschijnselen van gonorroe bij mannen.

GONORROE (DRUIPER)

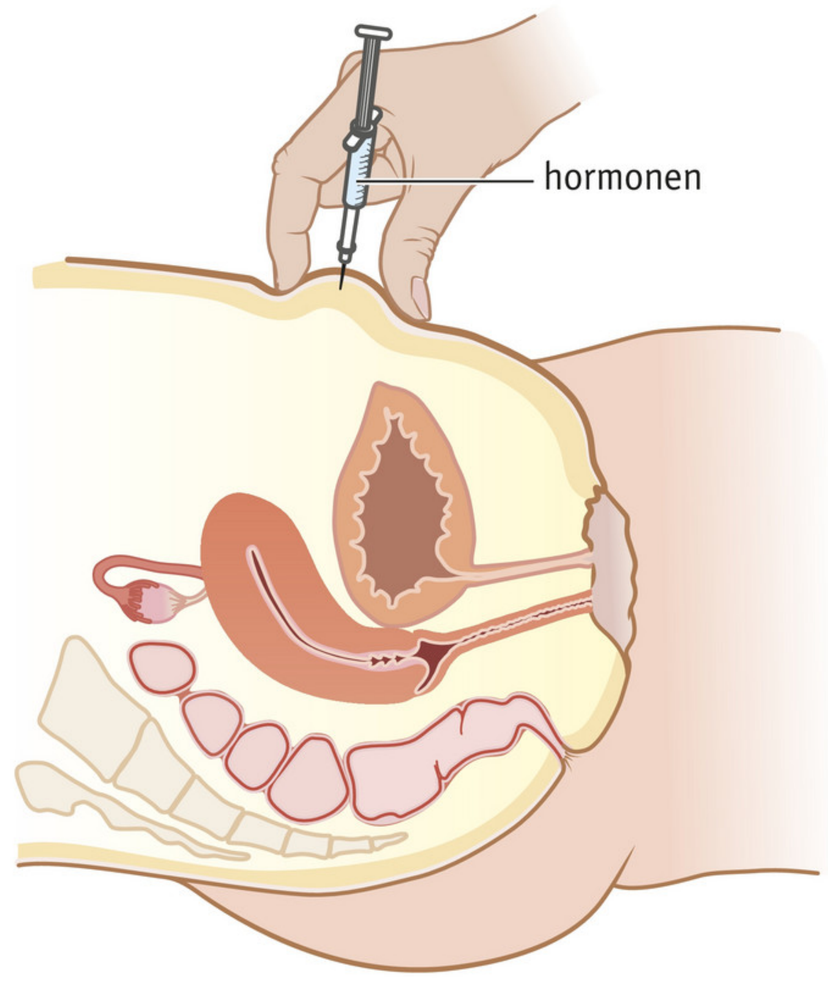
Gonorroe (zie afbeelding 79) is een soa die wordt veroorzaakt door een bacterie. De bacterie kan een infectie van de urinebuis, de vagina, de anus en de baarmoedermond veroorzaken. De infectie kan ook in de keel voorkomen. Meestal gebeurt dat wanneer met de mond geslachtsdelen worden aangeraakt (orale seks).
Vrouwen hebben vaak geen klachten, maar soms ontstaat er een geelgroene, etterige afscheiding uit de vagina die meestal onaangenaam ruikt. Een infectie kan ook pijn bij het plassen veroorzaken. Wanneer de infectie niet wordt behandeld, kan deze opstijgen naar de eileiders waardoor er een eileiderontsteking kan ontstaan. Een eileiderontsteking die te laat wordt behandeld, kan littekens in een eileider veroorzaken. Deze littekens kunnen leiden tot verstopping van de eileiders en uiteindelijk tot onvruchtbaarheid.
Bij een man kan er geelgroene pus of helder slijm uit de urinebuis komen. Vanwege dit verschijnsel wordt gonorroe ook wel een **druiper** genoemd. Wanneer de ontsteking niet op tijd wordt behandeld kan deze zich uitbreiden naar de prostaat of bijbal waar ze koorts en pijn bij het plassen kan veroorzaken.

WB OPDRACHT 40 BLZ. 169

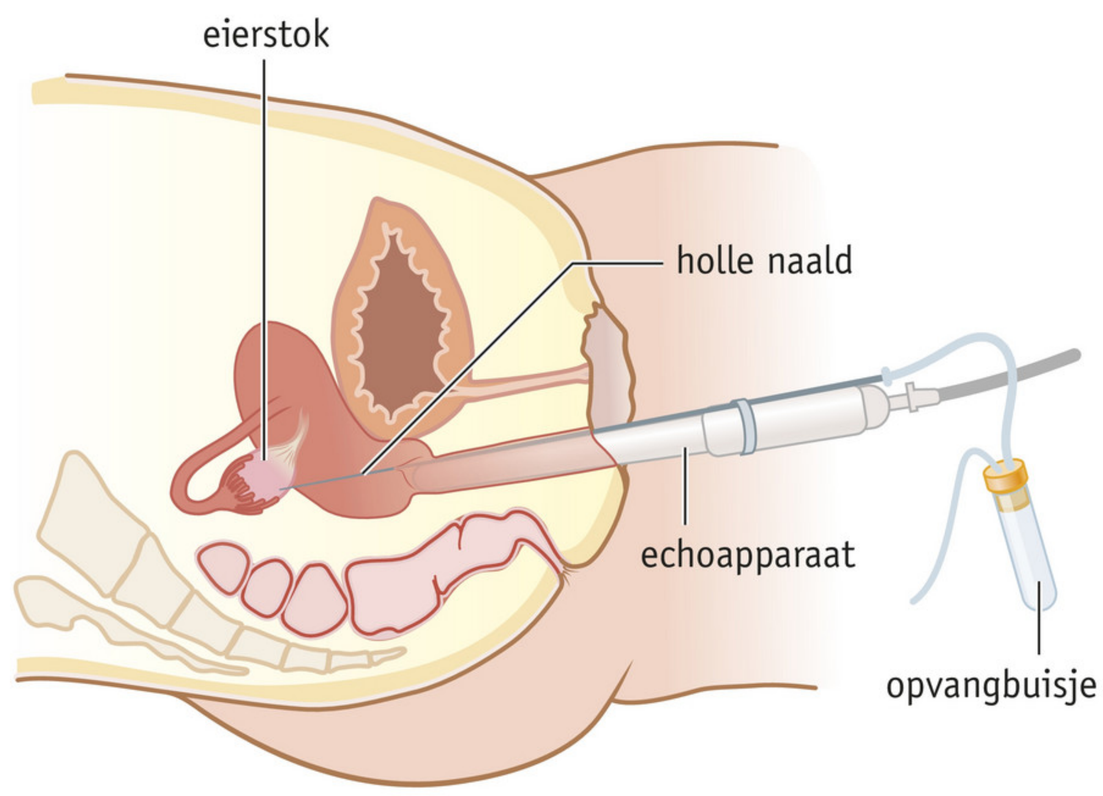
11 In-vitrofertilisatie

Wanneer een vrouw verminderd vruchtbaar is, bijvoorbeeld doordat haar eileiders zijn verstopt, is het mogelijk in-vitrofertilisatie toe te passen. **In-vitrofertilisatie** (**ivf**) is een voortplantingstechniek waarbij de **bevruchting** (**fertilisatie**) buiten het lichaam van de vrouw plaatsvindt. 'In-vitro' betekent 'in glas'. In-vitrofertilisatie wordt daarom ook wel **reageerbuisbevruchting** genoemd. In-vitrofertilisatie kent vier fasen: follikelstimulatie, eicelpunctie, fertilisatie en embryotransplantatie (zie afbeelding 80).

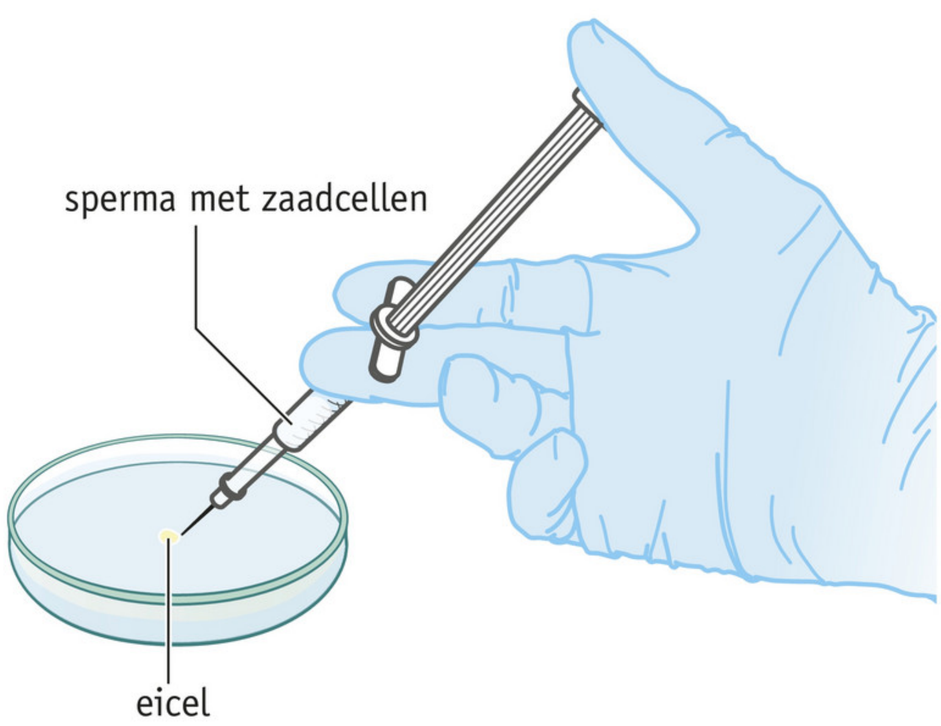
▼ **Afb. 80** In-vitrofertilisatie.



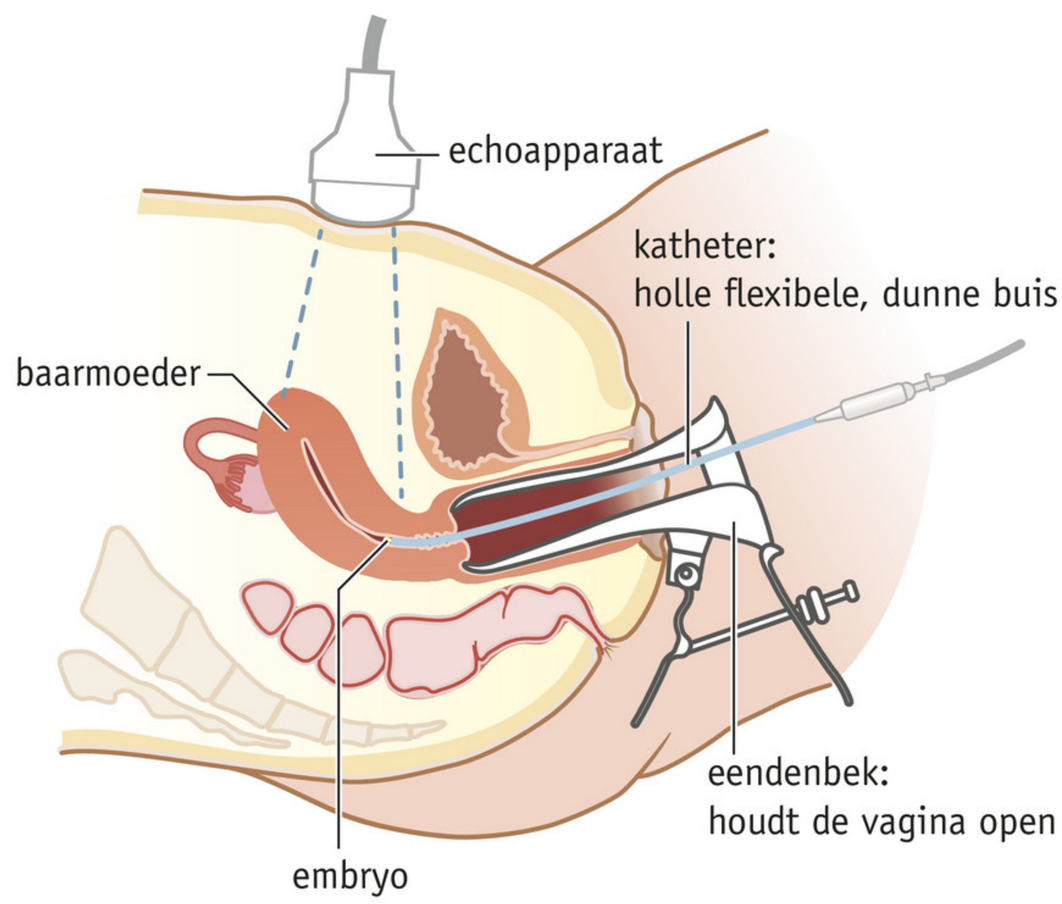
1 follikelstimulatie



2 eicelpunctie



3 fertilisatie (bevruchting)



4 embryotransplantatie

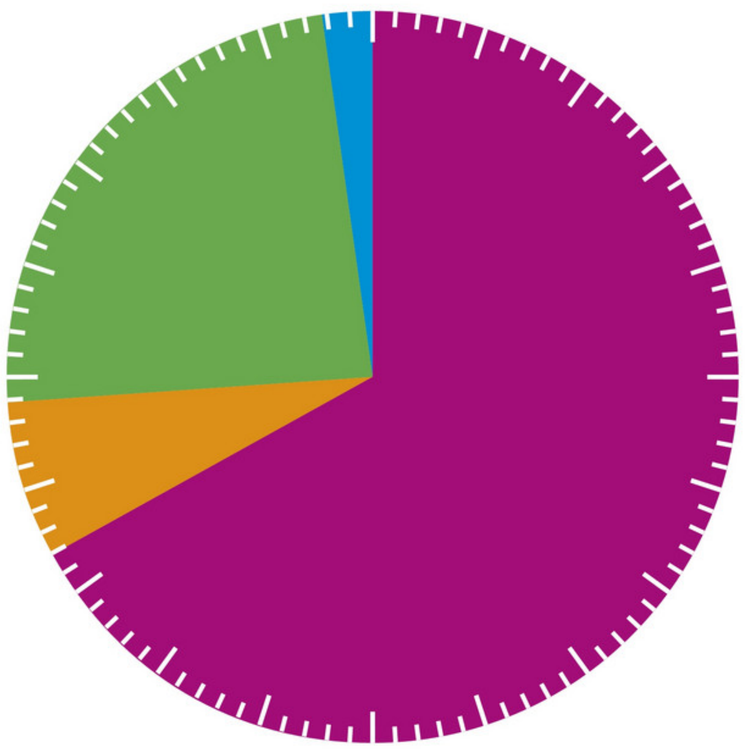
In een normale menstruatiecyclus komt slechts één eicel tot ontwikkeling. Door meerdere injecties met hormonen is het de bedoeling meerdere eicellen tegelijk tot ontwikkeling te laten komen in de follikels. Dit wordt **follikelstimulatie** genoemd. Echoscopie is een biologische techniek waarmee inwendige organen zichtbaar worden gemaakt op een beeldscherm (zie afbeelding 81). Met behulp van echoscopie wordt bestudeerd of de follikelstimulatie goed verloopt. Wanneer dit het geval is, vindt de volgende fase plaats.

▼ **Afb. 81**

BIOLOGISCHE TECHNIEK

ECHOSCOPIE	
Doel	Door deze techniek kunnen organen in beeld worden gebracht. Zo kan men zicht krijgen op de grootte, structuur en de eventuele afwijkingen ervan.
Werkwijze	Een transducer (zie foto) wordt over het lichaam bewogen en zendt geluidsgolven met hoge frequentie uit. De inwendige organen kaatsen deze geluidsgolven terug en worden daardoor zichtbaar op een beeldscherm. Om een goede geleiding van de geluidsgolven te verkrijgen, wordt gel op het lichaam aangebracht.
Resultaat	transducer

▼ **Afb. 82**



Legenda:
- na embryotransplantatie treedt geen zwangerschap op
- de zwangerschap eindigt in een miskraam
- er wordt één kind geboren
- er wordt een meerling geboren

Bij de **eicelpunctie** worden met behulp van echo's met een holle naald door de vaginawand heen rijpe follikels in de eierstokken aangeprikt. Deze worden vervolgens leeggezogen en de eicellen worden opgevangen en verzameld. De vrouw krijgt hierbij via een infuus pijnstilling of wordt plaatselijk verdoofd. Nadat de eicellen zijn verzameld, wordt de man gevraagd om sperma te produceren. De eicellen en het sperma gaan naar een laboratorium waar meteen de kwaliteit van het sperma wordt onderzocht. Als de kwaliteit van het sperma goed is, brengt men in het laboratorium de eicellen en zaadcellen samen in een voedingsoplossing. Dan wordt enkele dagen gewacht op een mogelijke **fertilisatie** (bevruchting).
Na de bevruchting ontwikkelen de bevruchte eicellen zich tot klompjes cellen en embryo's. Wanneer meerdere embryo's zich hebben ontwikkeld, kan de **embryotransplantatie** naar de baarmoeder plaatsvinden. Om de kans op een geslaagde innesteling te vergroten, worden meestal twee klompjes cellen geïmplanteerd. In afbeelding 82 is in een cirkeldiagram weergegeven welk deel van de implantaties en zwangerschappen na een ivf-behandeling succesvol verloopt.

WB OPDRACHT 41 BLZ. 171

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet primaire en secundaire geslachtskenmerken kunnen noemen. Ook moet je de lichamelijke, geestelijke en sociale veranderingen in de puberteit kunnen noemen.

- Geslachtskenmerken: kenmerken waaraan we het geslacht (man of vrouw) herkennen.
- Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.
  - Bij jongens: o.a. balzak en penis.
  - Bij meisjes: o.a. schaamlippen en vagina.
- Secundaire geslachtskenmerken ontstaan vanaf ongeveer het tiende levensjaar.
  - Bij jongens: o.a. borsthaar, baardgroei, zwaardere stem, gespierde lichaamsbouw.
  - Bij meisjes: o.a. borsten, brede heupen, ronde lichaamsvormen.
- Lichamelijke veranderingen in de puberteit.
  - Er vindt een snelle groei plaats (de 'groeispurt').
  - De hypofyse begint bepaalde hormonen te vormen, waardoor de voortplantingsorganen gaan functioneren.
  - De secundaire geslachtskenmerken ontstaan.
- Geestelijke veranderingen in de puberteit.
  - Meer belangstelling krijgen voor andere mensen.
  - Soms verliefd worden op iemand.
  - Seksualiteit begint een belangrijke rol te spelen in het leven. Iemand kan zich seksueel aangetrokken voelen tot personen van het andere geslacht (heteroseksueel) of tot personen van hetzelfde geslacht (homoseksueel).
  - Transgender: voelt zich (soms) niet thuis in het geslacht waarmee deze persoon is geboren.
- Sociale veranderingen in de puberteit.
  - Zelfstandiger opstellen.
  - Graag deel uitmaken van een groepje jongeren.
  - Soms last hebben van nare gevoelens (onzekerheid, eenzaamheid).

DOELSTELLING 2

Je moet de delen van het voortplantingsstelsel van een man kunnen noemen met hun functies en kenmerken.

- Balzak: huidplooi waarin teelballen en bijballen liggen. De temperatuur is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van zaadcellen (spermacellen).
  - Teelballen (testes): produceren onder invloed van stimulerende hormonen uit de hypofyse zaadcellen en het mannelijk geslachtshormoon testosteron.
  - Onder invloed van testosteron ontstaan secundaire geslachtskenmerken.
  - Bijballen: tijdelijk opslaan van zaadcellen.
- Zaadleiders: vervoeren van zaadcellen.
- Zaadblaasjes: voegen vocht en voedingsstoffen toe aan de zaadcellen.
- Prostaat: voegt vocht toe aan de zaadcellen.
- Urinebuis: vervoeren van urine en sperma.
  - Sperma bestaat uit zaadcellen en vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat.
- Penis: sperma inbrengen in een vagina.
  - Zwellichamen: brengen de penis in erectie.
  - Eikel: gevoelig voor prikkels die kunnen leiden tot een orgasme.
  - Voorhuid: huidplooi om de eikel.
- Bij een zaadlozing komt sperma met schokken uit de penis.
  - Een zaadlozing kan een lekker gevoel geven (orgasme of klaarkomen).
  - Een zaadlozing kan plaatsvinden bij geslachtsgemeenschap, door zelfbevrediging (masturbatie) en in de slaap (een 'natte droom').

DOELSTELLING 3

Je moet de delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw kunnen noemen met hun functies en kenmerken.

- Eierstokken: hierin vindt de ontwikkeling van de eicellen plaats onder invloed van stimulerende hormonen uit de hypofyse. Eicellen ontwikkelen zich in follikels.
- Eileiders: vervoeren eicellen.
- Baarmoeder: hierin vindt de ontwikkeling van het embryo plaats.
  - De baarmoeder heeft een dikke gespierde wand die met slijmvlies is bekleed.
- Vagina:
  - hierin komt sperma bij geslachtsgemeenschap;
  - bij menstruatie worden stukjes baarmoederslijmvlies, slijm en bloed via de vagina verwijderd;
  - bij de geboorte komt het kind via de vagina ter wereld.
- Kleine schaamlippen: produceren slijm waardoor de toegang tot de vagina glad wordt.
- Grote schaamlippen: liggen om de kleine schaamlippen.
- Clitoris: vangt prikkels op die kunnen leiden tot een orgasme.
- Maagdenvlies: een randje weefsel aan het begin van de vagina.

DOELSTELLING 4

Je moet de kenmerken van zaadcellen en eicellen kunnen noemen.

Zaadcellen	Eicellen
erg klein	in verhouding groot
kunnen zelf bewegen (met de zweepstaart)	kunnen niet zelf bewegen
bevatten geen reservevoedsel	bevatten veel reservevoedsel
vele miljoenen per zaadlozing	meestal één eicel per vier weken

DOELSTELLING 5

Je moet de processen tijdens de menstruatiecyclus kunnen beschrijven.

- De menstruatiecyclus begint op de eerste dag van de menstruatie.
- In de eerste twee weken van de menstruatiecyclus: follikelrijping in de eierstokken (vanaf de puberteit tot aan de overgang).
  - Onder invloed van hypofysehormonen worden follikels groter en ontstaan er holten in, gevuld met vocht.
  - Cellen uit de wand van de rijpende follikels produceren vrouwelijke geslachtshormonen (oestrogenen).
  - Onder invloed van vrouwelijke geslachtshormonen wordt het baarmoederslijmvlies dikker en bevat veel bloedvaten.
- Halverwege de menstruatiecyclus: ovulatie (eisprong).
  - Onder invloed van een hypofysehormoon neemt een rijpe follikel veel vocht op en barst open.
  - Ovulatie: de eicel komt vrij uit de eierstok.
  - Een (onbevruchte) eicel blijft na ovulatie 12 tot 24 uur in leven. Daarna gaat de eicel te gronde in een eileider. De resten worden opgenomen in het bloed.
- Na de ovulatie.
  - Uit het in de eierstok achtergebleven follikelweefsel wordt het gele lichaam gevormd.
  - Het gele lichaam produceert hormonen (o.a. oestrogenen), waardoor het baarmoederslijmvlies nog dikker wordt en voedingsstoffen voor het embryo gaat afscheiden.
  - Als de eicel niet wordt bevrucht, sterft het gele lichaam af. Hierdoor worden er te weinig hormonen geproduceerd om het baarmoederslijmvlies in stand te houden.
  - Er treedt menstruatie op (veertien dagen na de ovulatie): een deel van het baarmoederslijmvlies wordt afgestoten.

DOELSTELLING 6

Je moet kunnen beschrijven welke veranderingen in het lichaam van een vrouw optreden nadat bevruchting heeft plaatsgevonden.

- Zaadcellen blijven na een zaadlozing in het lichaam van een vrouw twee tot drie dagen in leven. Ze bewegen door de baarmoeder naar de eileiders.
- Bevruchting: het versmelten van de kern van een zaadcel met de kern van een eicel.
  - Bevruchting vindt plaats in een eileider.
  - Bevruchting is mogelijk wanneer geslachtsgemeenschap heeft plaatsgevonden in de vruchtbare periode (van ongeveer drie dagen vóór de ovulatie tot één dag na de ovulatie).
  - Een eicel kan maar door één zaadcel worden bevrucht. De buitenste laag van de eicel wordt ondoordringbaar nadat de kop van een zaadcel is binnengedrongen.
- Een bevruchte eicel deelt zich een aantal keren. Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt naar de baarmoeder vervoerd.
- Innesteling: het klompje cellen zet zich vast in het baarmoederslijmvlies.
  - In de eerste weken van de zwangerschap zorgt het baarmoederslijmvlies voor de voeding. Het klompje cellen groeit uit tot embryo. Vanaf de achtste week na de bevruchting wordt het embryo foetus genoemd.
  - Daarna ontstaat in de baarmoederwand de placenta.
  - Tijdens de zwangerschap treden geen menstruaties op.
- Tijdens de zwangerschap ontwikkelen de melkklieren in de borsten zich. De borsten worden daardoor groter.

DOELSTELLING 7

Je moet enkele methoden van geboorteregeling kunnen beschrijven en de betrouwbaarheid ervan kunnen aangeven.

- Geboorteregeling: een vrouw bepaalt (meestal samen met een man) of zij een kind wil of niet.
- Periodieke onthouding: in de vruchtbare periode van vier dagen rond de ovulatie hebben man en vrouw geen geslachtsgemeenschap.
  - Erg onbetrouwbaar, omdat het tijdstip van ovulatie niet precies is vast te stellen.
- Coïtus interruptus (onderbroken geslachtsgemeenschap): de man trekt zijn penis vlak voor de zaadlozing uit de vagina terug.
  - Erg onbetrouwbaar, omdat voorvocht met zaadcellen al vóór de zaadlozing de penis kan verlaten.

- Condoom: een rubber hoesje wordt om de penis geschoven. Een condoom biedt bescherming tegen het overbrengen van ziekteverwekkers (o.a. het aidsvirus).
  - Betrouwbaar.
- De pil: wordt dagelijks ingenomen door de vrouw. De pil bevat bepaalde hormonen, waardoor geen ovulatie meer optreedt.
  - Zeer betrouwbaar.
- Noodmaatregelen (voor als er bij geslachtsgemeenschap iets is misgegaan).
  - Morning-afterpil: tot drie dagen na de geslachtsgemeenschap.
  - Abortuspil: kan tot en met de zevende week van de zwangerschap worden geslikt.
  - Zuigcurettage: onder plaatselijke verdoving wordt door een zuigcurettage met een zuigpompje het baarmoederslijmvlies met het embryo of foetus weggezogen. Een zuigcurettage is de meest gebruikelijke vorm van abortus en kan tot de dertiende week van de zwangerschap worden uitgevoerd.
  - Na de dertiende week kan nog een andere vorm van abortus plaatsvinden tot de 23e week van de zwangerschap (late abortus).

DOELSTELLING 8

Je moet de delen van een baarmoeder met embryo kunnen noemen met hun functies en kenmerken.

- Placenta (moederkoek): deel van de baarmoederwand waar bloed in bloedvaten van het embryo vlak langs bloed van de moeder stroomt.
  - Het bloed van de moeder blijft gescheiden van het bloed van het embryo.
  - Zuurstof en voedingsstoffen gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo.
  - Afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.
- Navelstreng: verbindt het embryo met de placenta.
  - Door bloedvaten stroomt bloed van het embryo naar de placenta en terug.
- Twee vruchtvliezen en vruchtwater: beschermen het embryo tegen stoten, uitdroging en wisseling van temperatuur.
  - In het vruchtwater kan het embryo zich gemakkelijk bewegen.

DOELSTELLING 9

Je moet kunnen beschrijven hoe de geboorte van een kind plaatsvindt.

- De geboorte begint met de weeën: samentrekkingen van spieren in de baarmoederwand.
- Ontsluiting: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.
  - De vruchtvliezen breken en het vruchtwater vloeit weg via de vagina.
- Uitdrijving: het kind komt ter wereld door krachtige persweeën.
  - Meestal komt het hoofdje het eerst tevoorschijn.
- Nageboorte: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen worden uitgedreven.
- Keizersnede: operatie via de buikwand bij een dwarsligging en vaak bij een stuitligging.
  - Stuitligging: het kontje of voetje komt eerst naar buiten.

DOELSTELLING 10

Je moet kunnen beschrijven wat er aan de hand is bij chlamydia en bij aids.

- Soa's (seksueel overdraagbare aandoeningen) of geslachtsziekten: ziekten die je alleen kunt krijgen via intiem lichamelijk contact met een besmette persoon.
- Chlamydia: de meest voorkomende soa in Nederland.
  - De ziekteverwekker is een bacterie.
  - Ziekteverschijnselen: zijn vaak afwezig, soms een (waterige) afscheiding uit de urinebuis of vagina, pijn bij het plassen of bloedverlies uit de vagina.
  - Een onbehandelde chlamydia kan bij vrouwen leiden tot onvruchtbaarheid en buitenbaarmoederlijke zwangerschap en bij mannen tot bijbalontsteking.
  - Besmette personen zonder ziekteverschijnselen kunnen anderen besmetten.
  - Genezing is mogelijk door behandeling met antibioticum.
- Aids: de meest bekende soa.
  - De ziekteverwekker is een virus (hiv).
  - Bij een aidspatiënt is het afweersysteem tegen alle ziekteverwekkers aangetast. Daardoor heeft een aidspatiënt geen specifieke ziekteverschijnselen.
  - Besmetting kan vooral plaatsvinden via het binnenkrijgen van bloed of sperma, vaginaal vocht, voorvocht of moedermelk van een besmette persoon.
  - Besmetting treedt meestal op door geslachtsgemeenschap zonder condoom, of doordat druggebruikers dezelfde spuiten of naalden gebruiken.
  - Een seropositieve persoon is besmet met het aidsvirus, maar is nog niet ziek.
  - Aids wordt behandeld met hiv-remmers, die de ziekte vertragen maar niet genezen.

DOELSTELLING 11

Je moet kunnen beschrijven hoe de NuvaRing, het vrouwencondoom, de prikpil, het spiraaltje en sterilisatie zwangerschap kunnen voorkomen.

- NuvaRing: moet één keer in de maand in de vagina worden ingebracht.
  - De NuvaRing geeft bepaalde hormonen af, waardoor geen ovulatie meer optreedt.
  - De NuvaRing is erg betrouwbaar.
- Vrouwencondoom: wordt voor het vrijen in de vagina aangebracht en biedt bescherming tegen soa's.
  - Het vrouwencondoom is betrouwbaar.
- Prikpil: om de drie maanden wordt een hormoon ingespoten dat de ovulatie remt.
  - Erg betrouwbaar, maar kan ook vervelende bijwerkingen hebben.
- Spiraaltje: wordt in de baarmoeder aangebracht en kan gedurende een jaar of vijf zwangerschap verhinderen.
  - Koperspiraaltje: door het koperdraadje worden zaadcellen aangetast en wordt innesteling bemoeilijkt.
  - Hormoonspiraaltje: door de werking van hormonen worden bevruchting en innesteling bemoeilijkt.
  - Spiraaltjes zijn erg betrouwbaar.
- Sterilisatie: de man of vrouw wordt onvruchtbaar gemaakt doordat zaadleiders of eileiders worden onderbroken.
  - Na sterilisatie gaan alle functies die met de menstruatiecyclus en seksualiteit te maken hebben gewoon normaal door.
  - Erg betrouwbaar.

EXTRA DOELSTELLING 12

Je moet kunnen beschrijven wat er aan de hand is bij de soa's genitale wratten, gonorroe en herpes genitalis. Je hebt hiervan zelf een samenvatting gemaakt.

EXTRA DOELSTELLING 13

Je moet kunnen beschrijven hoe in-vitrofertilisatie (ivf) verloopt en hoe deze techniek ongewenste kinderloosheid kan opheffen.

- In-vitrofertilisatie (ivf): kan zwangerschap tot stand brengen als een vrouw onvruchtbaar is.
  - Follikelstimulatie: na injecties met hormonen komen meerdere eicellen tegelijk tot ontwikkeling in de follikels.
  - Eicelpunctie: met behulp van een holle naald worden bij een vrouw eicellen weggehaald.
  - Fertilisatie (bevruchting): vindt plaats in een voedingsoplossing in het laboratorium.
  - Embryotransplantatie: meestal worden twee klompjes cellen in de baarmoeder ingebracht (geïmplanteerd).

VAARDIGHEDEN/COMPETENTIES

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het onderscheiden en beschrijven van verschillende fasen van natuurwetenschappelijk onderzoek.
- Je hebt geleerd verschillende opvattingen over seksualiteit te formuleren.
- Je hebt geleerd je mening te geven over seksueel geweld en hierover gediscussieerd in een groepje.
- Je hebt geoefend in het lezen van diagrammen.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit folders.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het maken van een samenvatting.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een gynaecoloog. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

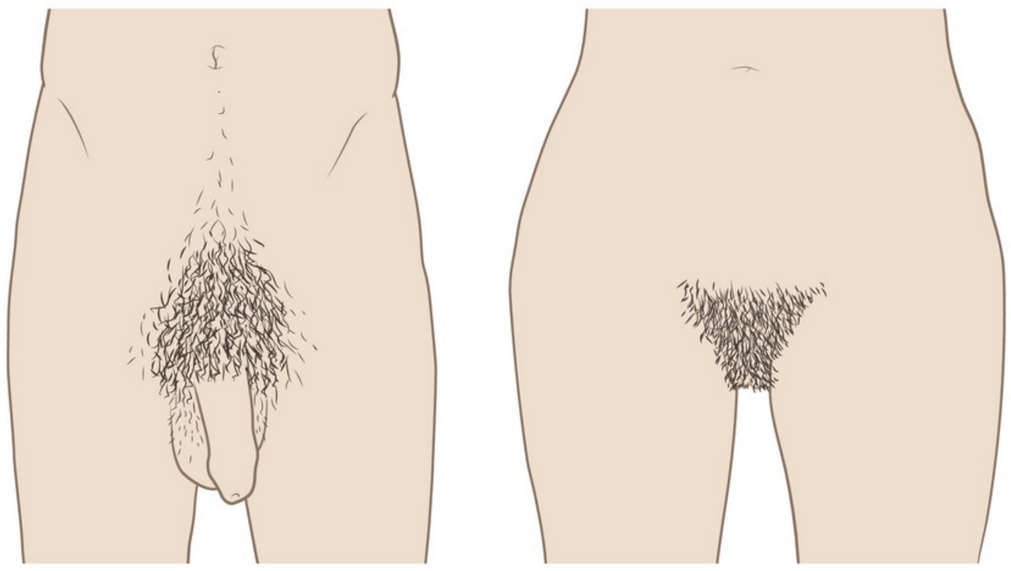
Beantwoord de volgende vragen.

1 Welke geslachtskenmerken zijn nog niet aanwezig bij de geboorte: primaire of secundaire geslachtskenmerken?

2 Is haargroei onder de oksels een geslachtskenmerk? Leg je antwoord uit.

3 Noem een argument om schaamhaar (zie afbeelding 83) een geslachtskenmerk te noemen.

▼ **Afb. 83** Schaamhaar.



1 bij een man 2 bij een vrouw

4 Is in afbeelding 84 een voorbeeld van een primair of van een secundair geslachtskenmerk te zien?

▼ **Afb. 84**

DOELSTELLING 2

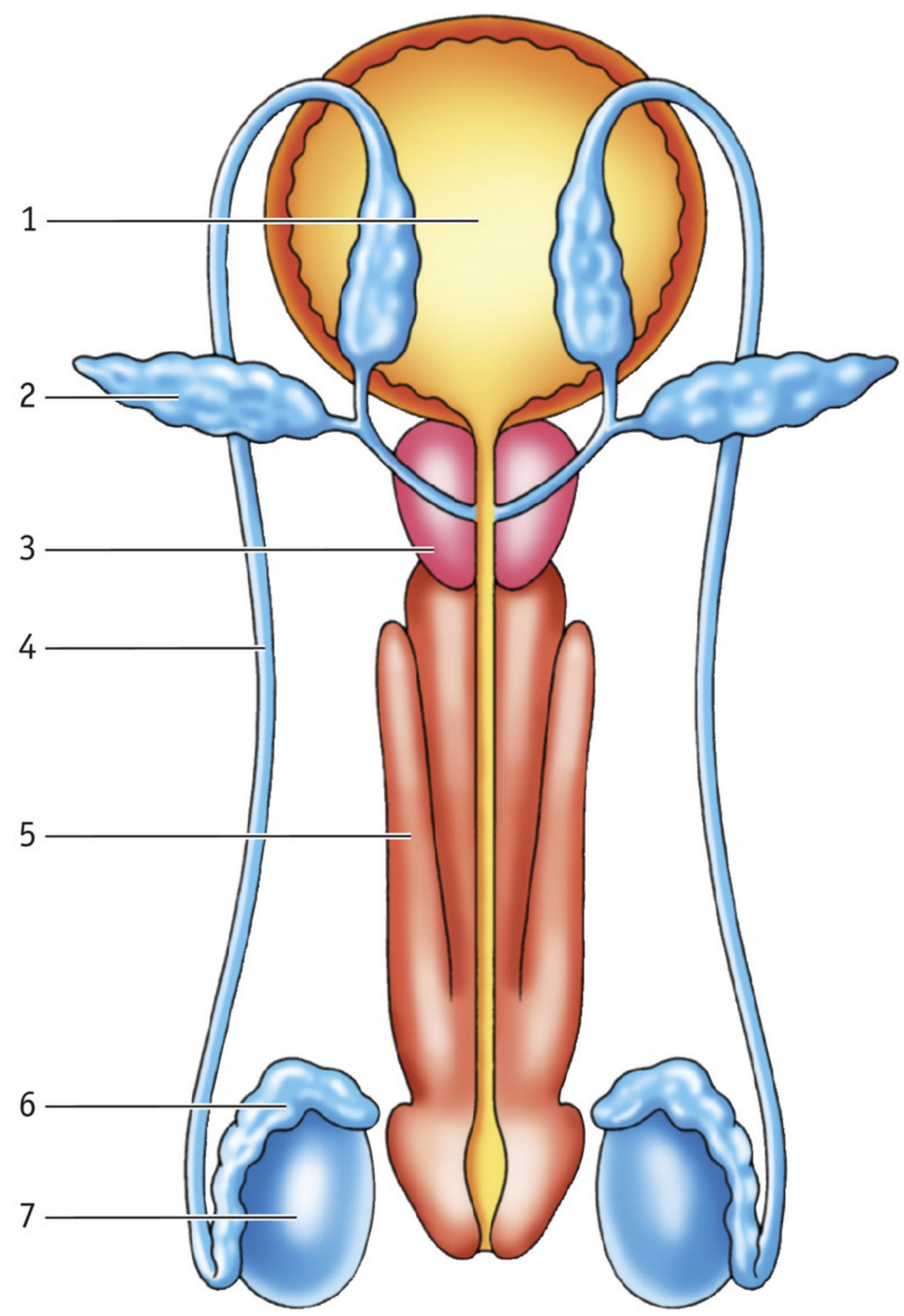
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Drie functies van het voortplantingsstelsel van de man zijn:
   1 productie van zaadcellen;
   2 opslag van zaadcellen;
   3 productie van testosteron.

   Welke van deze functies wordt (worden) uitgeoefend door de bijballen?
   - **A** Alleen functie 1.
   - **B** Alleen functie 2.
   - **C** Alleen functie 3.
   - **D** De functies 1 en 2.
   - **E** De functies 2 en 3.
   - **F** De functies 1, 2 en 3.

2 In afbeelding 85 is het voortplantingsstelsel van een man schematisch getekend.
   Welke van de genummerde organen produceren een bestanddeel van sperma?
   - **A** Alleen de organen 2 en 3.
   - **B** Alleen de organen 2 en 6.
   - **C** Alleen de organen 6 en 7.
   - **D** De organen 2, 3 en 7.

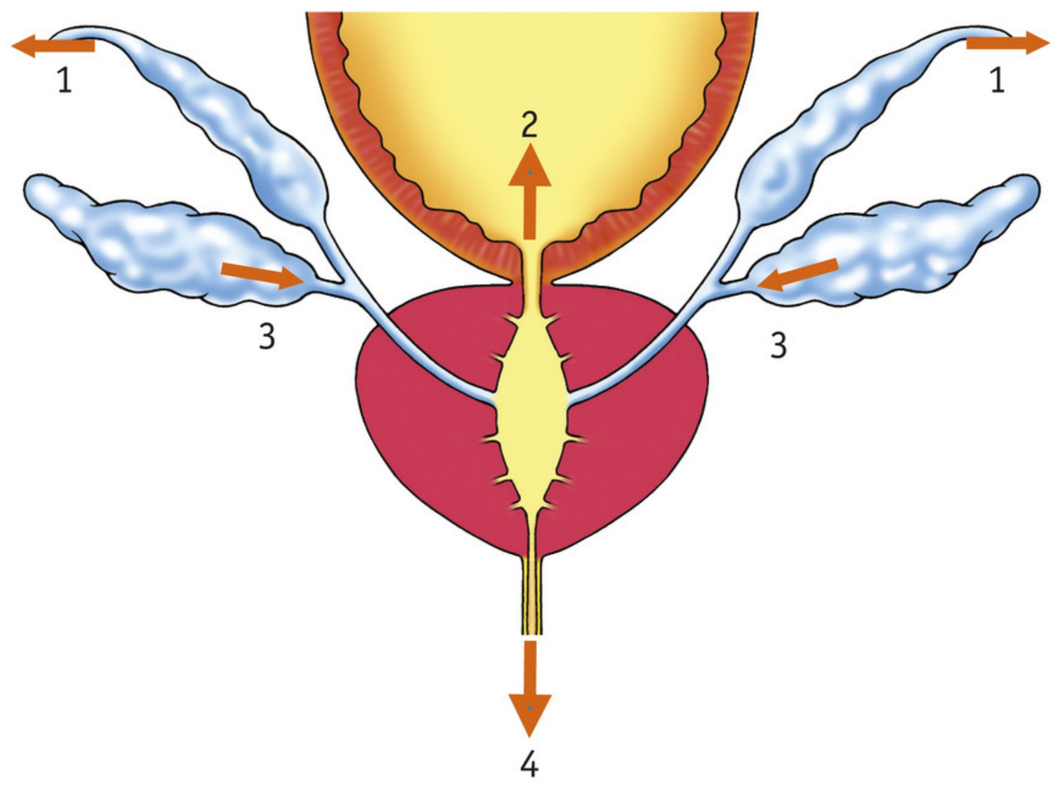
▼ **Afb. 85**



3 In afbeelding 86 zie je een aantal organen van het voortplantingsstelsel van een man getekend. In de afbeelding zijn pijlen getekend.
In welke richting worden zaadcellen afgevoerd?

- **A** Alleen in de richting van de pijlen 1.
- **B** Alleen in de richting van pijl 2.
- **C** Alleen in de richting van de pijlen 3.
- **D** Alleen in de richting van pijl 4.
- **E** In de richting van de pijlen 3 en 4.

▼ **Afb. 86**



4 Bij vrouwelijke atleten die meedoen aan de Olympische Spelen komt een veel hoger percentage vrouwen voor met PCOS (zie afbeelding 87).
Erik zegt dat een verklaring hiervoor kan zijn dat deze vrouwelijke atleten meer testosteron in hun bloed hebben dan gemiddeld.
Omar zegt dat je dan ook zou kunnen verwachten dat vrouwen met PCOS een lagere stem hebben dan een gemiddelde vrouwenstem.
Wie heeft (hebben) gelijk?

- **A** Erik en Omar hebben geen van beiden gelijk.
- **B** Alleen Erik heeft gelijk.
- **C** Alleen Omar heeft gelijk.
- **D** Erik en Omar hebben allebei gelijk.

DOELSTELLING 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

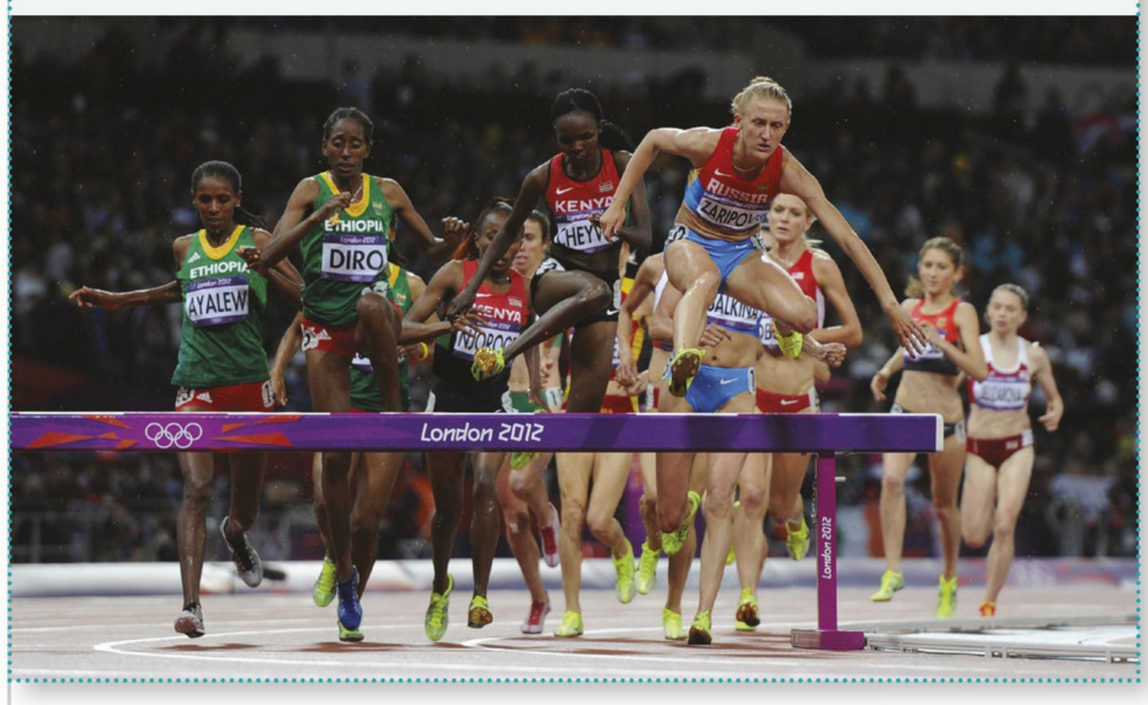
1 In afbeelding 88 is het voortplantingsstelsel van een vrouw schematisch getekend. Enkele delen zijn genummerd.
In welk van de genummerde delen komen zaadcellen bij geslachtsgemeenschap het eerst terecht?

- **A** In deel 1.
- **B** In deel 2.
- **C** In deel 3.
- **D** In deel 4.

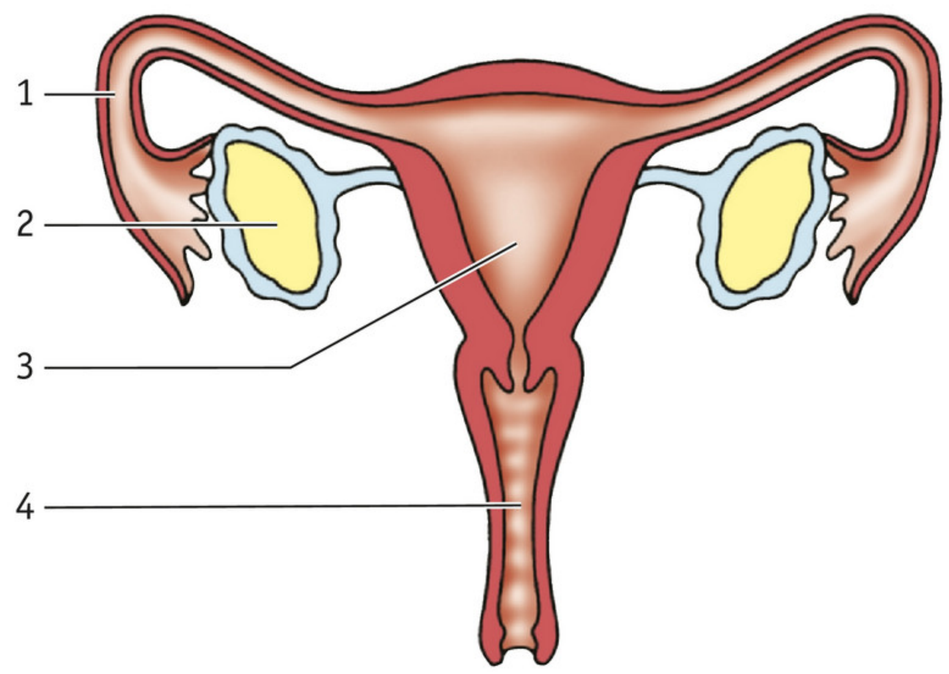
▼ **Afb. 87**

Eierstokprobleem helpt sporter

Bij vrouwelijke atleten die meedoen aan de Olympische Spelen komt een veel hoger percentage voor met het Polycysteus-ovariumsyndroom PCOS. Dat ontdekten onderzoekers van het Karolinska Instituut uit Zweden. Vrouwen met PCOS hebben een afwijking aan hun eierstokken. Hierdoor hebben zij geen of een onregelmatige menstruatie. Bij vrouwen komt normaal gesproken ook een klein beetje testosteron voor, maar veel minder dan bij mannen. Vrouwen met PCOS hebben duidelijk meer testosteron in hun bloed dan een gemiddelde vrouw. Vooral bij krachtsporten zijn er veel vrouwen met PCOS. Bij sporten die vooral leunen op techniek is het percentage lager.



▼ **Afb. 88**



2 Bij een vrouw van 30 jaar wordt de menstruatiecyclus steeds onregelmatiger. Soms duurt het wel drie maanden voor ze weer ongesteld is.
Kan de verstoring van de menstruatiecyclus een gevolg zijn van een afwijkende werking van de eierstokken?
En een gevolg van een afwijkende werking van de hypofyse?

A Van geen van beide.
B Alleen van een afwijkende werking van de eierstokken.
C Alleen van een afwijkende werking van de hypofyse.
D Zowel van een afwijkende werking van de eierstokken als van een afwijkende werking van de hypofyse.

3 Drie uitspraken over de vagina van een vrouw zijn:
1 Eicellen worden vervoerd door de eileiders.
2 Achter in de vagina bevindt zich de clitoris.
3 Bij menstruatie worden stukjes slijmvlies uit de vagina via de baarmoeder verwijderd.

Welke van deze uitspraken is (zijn) juist?

A Alleen 1.
B 1 en 2.
C 1 en 3.
D 2 en 3.

4 In afbeelding 89 is het voortplantingsstelsel van een vrouw schematisch getekend.
Wat is de functie van deel P?

A Dit deel produceert slijm waardoor de toegang van de vagina glad wordt.
B Dit deel vangt prikkels op die leiden tot een orgasme.
C In dit deel vindt bevruchting plaats.
D In dit deel vindt de ontwikkeling van eicellen plaats.

5 Welke letter in afbeelding 89 geeft de plaats van het maagdenvlies aan?

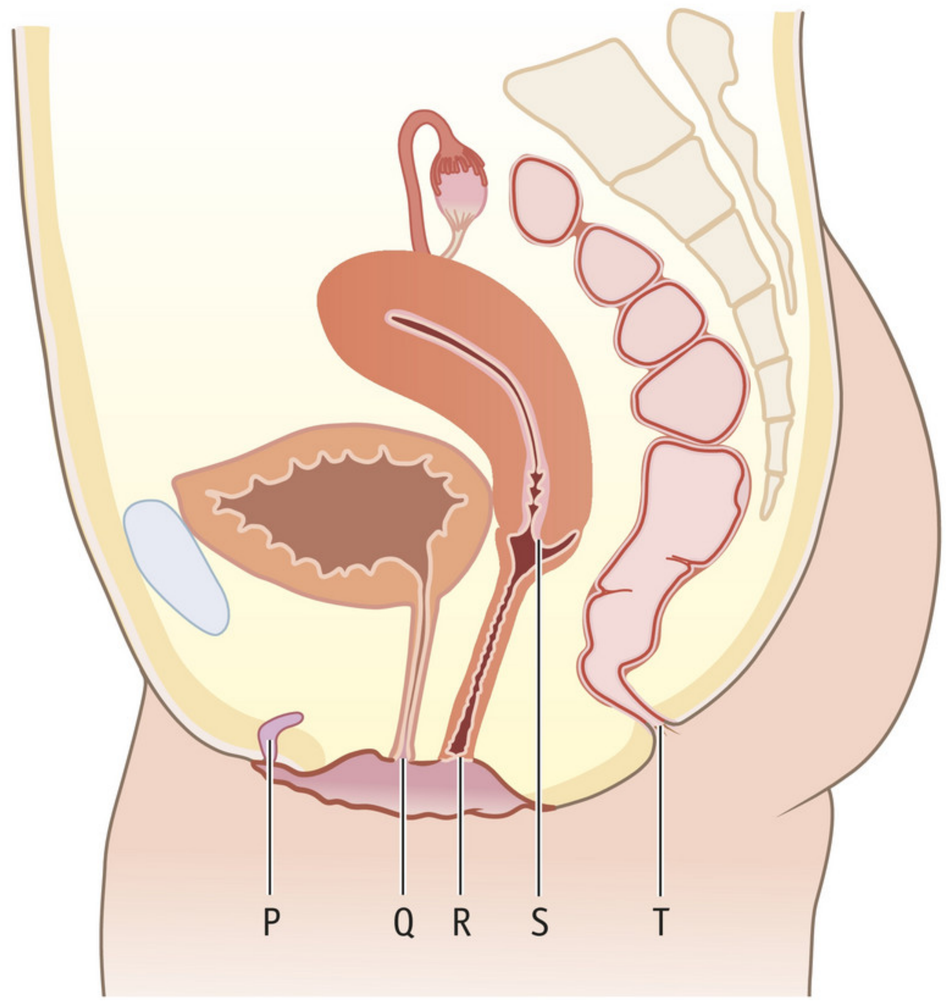
A De letter Q.
B De letter R.
C De letter S.
D De letter T.

DOELSTELLING 4

Op het scoreblad staat een schema met eicellen en zaadcellen. Beantwoord de volgende vragen door een kruisje te zetten in de juiste kolom.

1 Welke geslachtscellen kunnen zelf bewegen?
2 Welke geslachtscellen zijn het grootst?
3 Welke geslachtscellen bevatten veel reservevoedsel?
4 Van welke geslachtscellen worden er het meeste gevormd?

▼ **Afb. 89**



DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.
De volgende gegevens horen bij vraag 1 en 2.
In afbeelding 90 zijn vijf fasen van een rijpende follikel en de verdere ontwikkeling getekend.

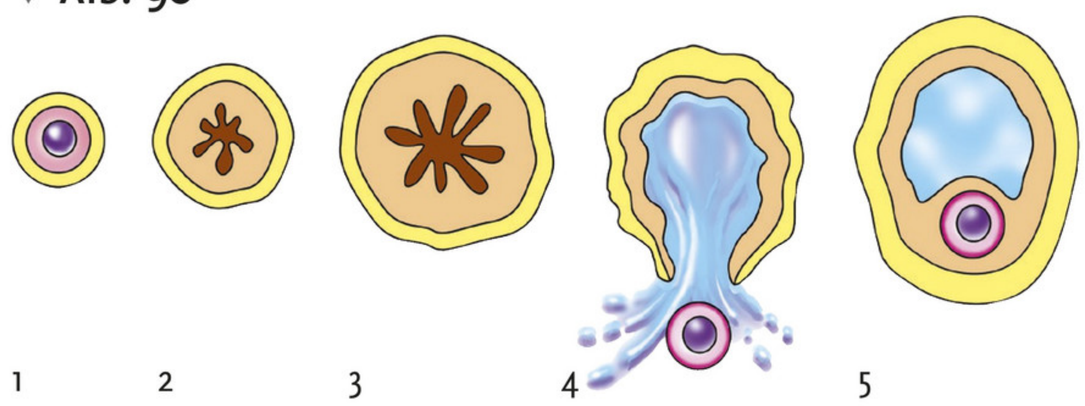
1 In welke volgorde komen deze fasen voor in een eierstok?

A 1 – 2 – 3 – 5 – 4.
B 1 – 3 – 2 – 5 – 4.
C 1 – 4 – 5 – 2 – 3.
D 1 – 5 – 4 – 3 – 2.

2 Een vrouw is niet zwanger.
Tijdens welke van de fasen uit afbeelding 90 worden de minste vrouwelijke geslachtshormonen geproduceerd bij deze vrouw? En na welke van deze fasen volgt het snelst de menstruatie bij deze vrouw?

	Minste geslachtshormonen	*Menstruatie volgt na*
A	fase 2	fase 2
B	fase 2	fase 5
C	fase 5	fase 2
D	fase 5	fase 2

▼ **Afb. 90**



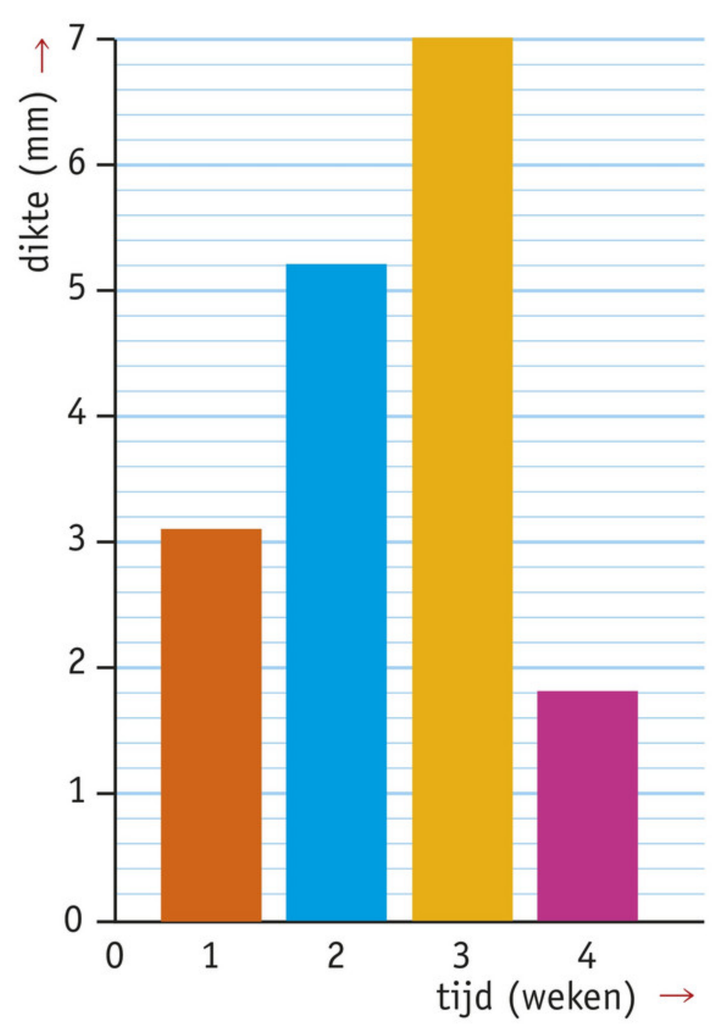
3 Vera laat in de maand mei een röntgenfoto maken om te onderzoeken of haar eileiders verstopt zijn. Het onderzoek kan maar in een bepaalde periode van de menstruatiecyclus worden gedaan, namelijk nadat de menstruatie over is en voordat de ovulatie optreedt. Vera heeft een regelmatige menstruatiecyclus van 28 dagen. Ze verwacht dat haar volgende menstruatie begint op 1 mei.
In afbeelding 91 is de kalender van de maand mei afgebeeld. Ze kan bij het afsprakenbureau kiezen uit drie data om een röntgenfoto te laten maken. In afbeelding 91 zijn deze dagen op de kalender met een kruisje aangegeven.

▼ **Afb. 91**

DAG	MEI				
ma	1	8	15 X	22	29
di	2	9	16	23	30 X
wo	3	10 X	17	24	31
do	4	11	18	25	
vr	5	12	19	26	
za	6	13	20	27	
zo	7	14	21	28	

Welke datum is voor Vera de beste dag voor een afspraak?
- **A** 10 mei.
- **B** 15 mei.
- **C** 30 mei.

▼ **Afb. 92**



4 Van een vrouw wordt achtereenvolgens vier keer de dikte van haar baarmoederslijmvlies gemeten met tussenpozen van een week. In afbeelding 92 zie je de dikte van haar baarmoederslijmvlies weergegeven in een staafdiagram.
Tussen welk van de gemeten tijdstippen ontstaat het gele lichaam?
- **A** Tussen tijdstip 1 en 2.
- **B** Tussen tijdstip 2 en 3.
- **C** Tussen tijdstip 3 en 4.

DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Rijpen er follikels in de eierstokken bij een zwangere vrouw? En vinden er ovulaties plaats?
- **A** Er vinden geen rijping van follikels en geen ovulaties plaats.
- **B** Er vinden wel rijping van follikels plaats, maar geen ovulaties.
- **C** Er vinden wel ovulaties plaats, maar geen rijping van follikels.
- **D** Er vinden zowel rijping van follikels als ovulaties plaats.

De volgende gegevens horen bij vraag 2 tot en met 5.
In afbeelding 93 is de lichaamstemperatuur van een bepaalde vrouw tijdens een menstruatiecyclus weergegeven. Het meten van de lichaamstemperatuur is een methode om het moment van de ovulatie te bepalen. Direct na de ovulatie stijgt de lichaamstemperatuur meer dan op enige andere dag van de cyclus.

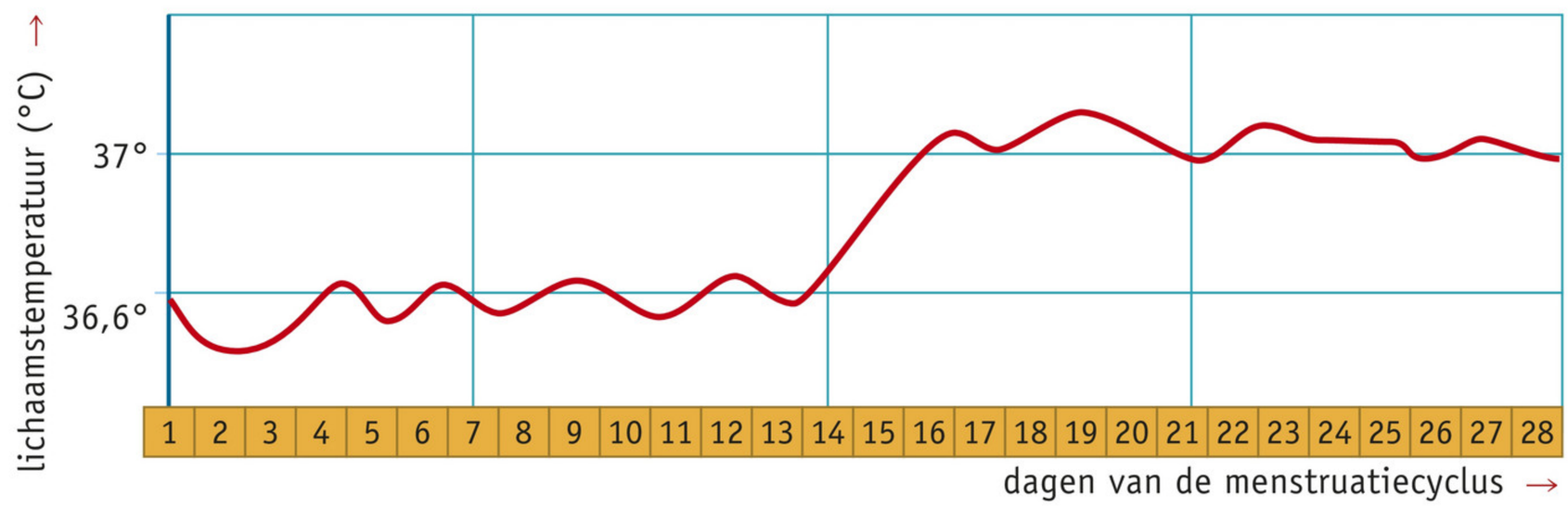
2 In welke periode was deze vrouw vruchtbaar?
- **A** Omstreeks de 14e dag.
- **B** Omstreeks de 16e dag.
- **C** Omstreeks de 21e dag.
- **D** Omstreeks de 26e dag.

Deze vrouw blijkt zwanger te zijn.

3 In welke periode van afbeelding 93 heeft bevruchting plaatsgevonden?
- **A** Omstreeks de 14e dag.
- **B** Omstreeks de 16e dag.
- **C** Omstreeks de 21e dag.
- **D** Omstreeks de 26e dag.

4 In welke periode van afbeelding 93 heeft innesteling plaatsgevonden?
- **A** Omstreeks de 14e dag.
- **B** Omstreeks de 16e dag.
- **C** Omstreeks de 21e dag.
- **D** Omstreeks de 26e dag.

▼ Afb. 93



5 Twee leerlingen doen over de zwangerschap van deze vrouw een uitspraak.
Aicha zegt dat bij deze vrouw de eerste delingen van de bevruchte eicel hebben plaatsgevonden.
Joost zegt dat de borsten van deze vrouw tijdens de zwangerschap groter zullen worden.
Wie doet (doen) een juiste uitspraak?
- **A** Geen van beiden.
- **B** Alleen Aicha.
- **C** Alleen Joost.
- **D** Zowel Aicha als Joost.

DOELSTELLING 7

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

1 Bij coïtus interruptus hebben man en vrouw geen geslachtsgemeenschap in de dagen rond de menstruatie.

2 De pil biedt bescherming tegen ziekteverwekkers.

3 Wanneer de morning-afterpil drie dagen na de geslachtsgemeenschap wordt geslikt, is deze methode niet meer betrouwbaar.

4 Een zuigcurettage kan tot de dertiende week van de zwangerschap worden uitgevoerd.

5 Als een zwangere vrouw te laat is voor een abortuspil, kan ze naar de dokter voor een morning-afterpil.

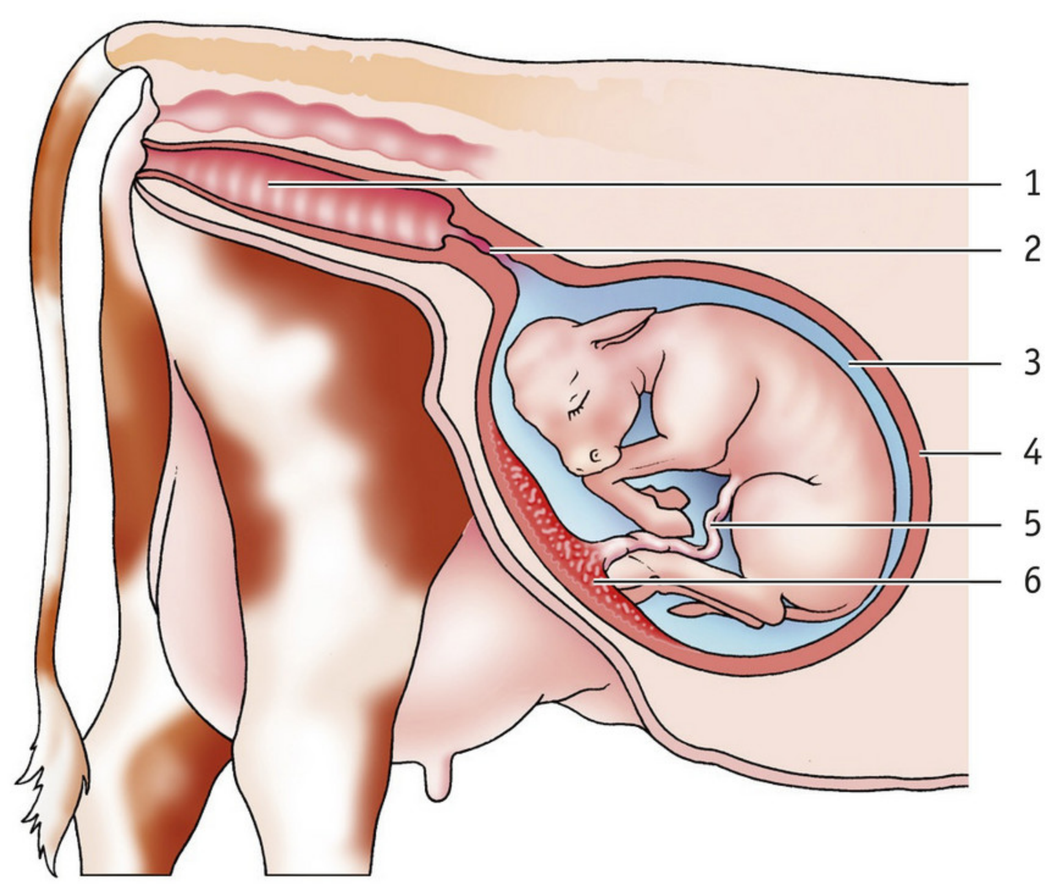
6 Periodieke onthouding is een betrouwbare manier van geboorteregeling.

DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 In afbeelding 94 zie je een doorsnede van een zwangere koe schematisch weergegeven. De namen en functies van de voortplantingsorganen van een koe komen overeen met die van een mens. Het kalf van een koe maakt voor de geboorte al hormonen, bijvoorbeeld cortisol. Dit hormoon wordt uit het bloed van het kalf afgegeven aan het bloed van het moederdier. Cortisol heeft invloed op het ontstaan van weeën.
In welk van de genummerde organen wordt cortisol uit het bloed van het kalf afgegeven aan het bloed van het moederdier?
- **A** In nummer 1.
- **B** In nummer 2.
- **C** In nummer 3.
- **D** In nummer 4.
- **E** In nummer 5.
- **F** In nummer 6.

▼ Afb. 94



2 In deel 5 van afbeelding 94 komen bloedvaten voor. In welke richting stroomt het bloed door deze bloedvaten?
- **A** Alleen naar de foetus toe.
- **B** Alleen van de foetus weg.
- **C** Zowel naar de foetus toe als van de foetus weg.

3 Hieronder staan drie beweringen over de betekenis van het vruchtwater voor het embryo.

1 Door het vruchtwater wordt het embryo beschermd tegen schokken.
2 Uit het vruchtwater neemt het embryo de benodigde zuurstof op.
3 In het vruchtwater kan het embryo zich gemakkelijk bewegen.

Welke van deze beweringen zijn juist?

A De beweringen 1 en 2.
B De beweringen 1 en 3.
C De beweringen 2 en 3.

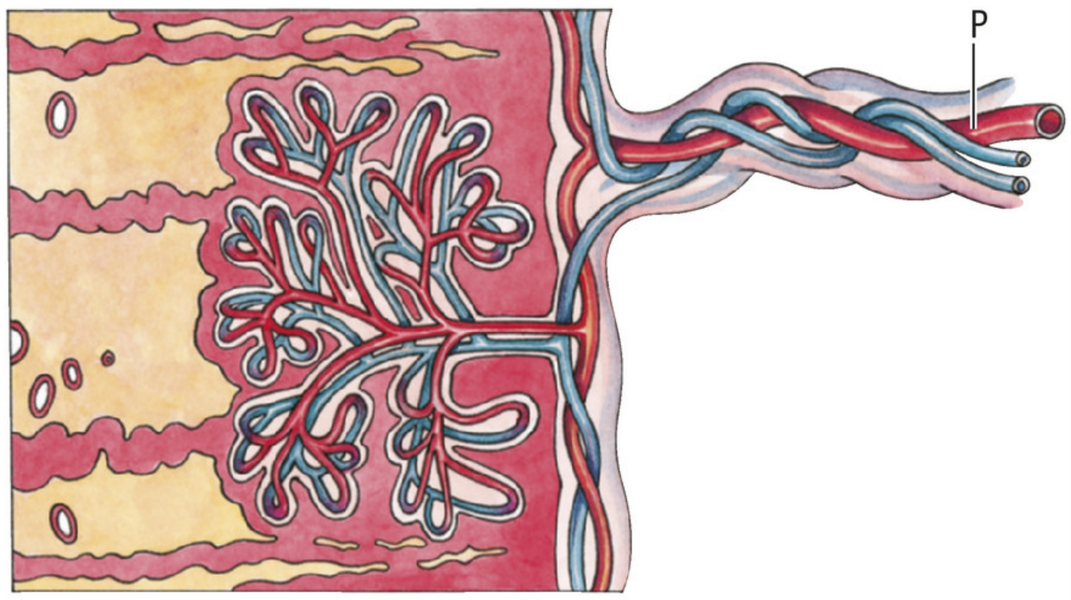
4 In afbeelding 95 is een deel van de placenta met een deel van de navelstreng schematisch getekend. In bloedvat P stroomt het bloed van de placenta naar het embryo.
Hieronder staan twee beweringen over het bloed in bloedvat P.

1 Het bloed in bloedvat P bevat veel glucose.
2 Het bloed in bloedvat P bevat veel koolstofdioxide.

Welke van deze beweringen is (zijn) juist?

A Alleen bewering 1.
B Alleen bewering 2.
C De beweringen 1 en 2.

▼ **Afb. 95**



placenta

DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende vragen.

1 De geboorte van een kind begint met samentrekkingen van spieren van de baarmoederwand.
Hoe heten deze samentrekkingen?

2 In afbeelding 96 zie je twee modellen van situaties tijdens de zwangerschap.
In welke situatie is er de meeste kans op een keizersnede?

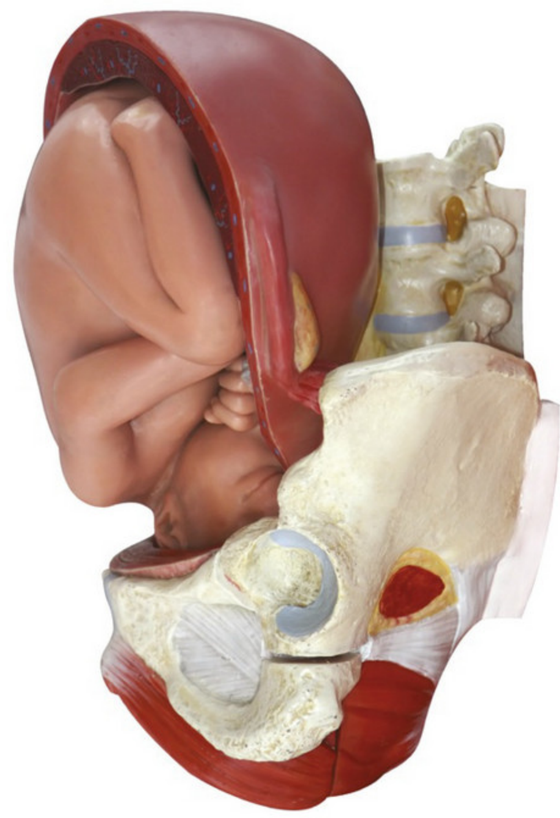
3 Tijdens welke fase van de geboorte breken de vruchtvliezen en loopt het vruchtwater weg?

4 Tijdens welke fase van de geboorte verlaten de vruchtvliezen het moederlichaam?

5 In afbeelding 97 is een fase van de geboorte te zien.
Welke fase is dit?

▼ **Afb. 96**

situatie 1


situatie 2

▼ **Afb. 97**

DOELSTELLING 10

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

1 Iemand kan besmet zijn met chlamydia zonder ziekteverschijnselen te vertonen.
2 Bloedverlies uit de vagina buiten de menstruatieperiode om kan wijzen op een chlamydiabesmetting.
3 Chlamydia is te genezen door behandeling met een antibioticum.
4 Een onbehandelde chlamydia kan leiden tot onvruchtbaarheid bij vrouwen.
5 Aan de hand van bepaalde ziekteverschijnselen kan een arts aids vaststellen.
6 Als een seropositieve persoon geen ziekteverschijnselen vertoont, kan deze persoon toch anderen met het aidsvirus besmetten.

DOELSTELLING 11

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

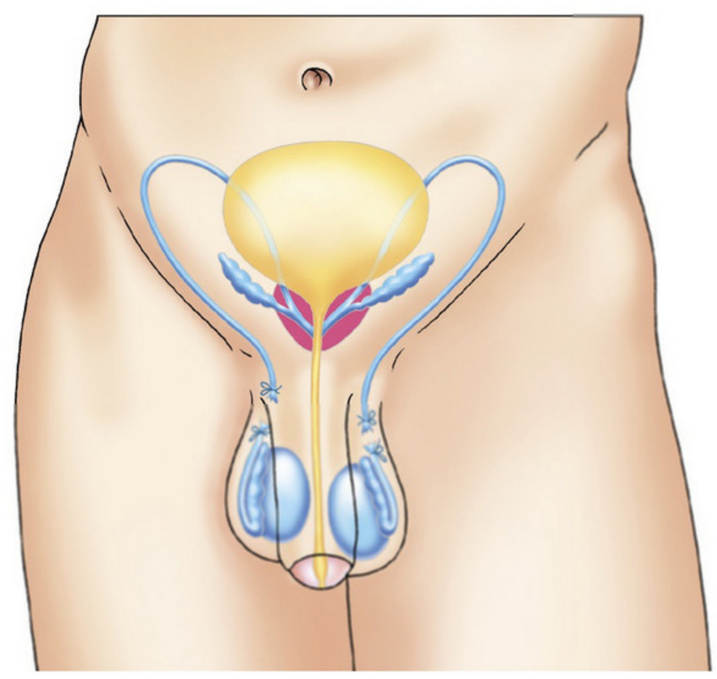
1 Bepaalde voorbehoedmiddelen kunnen de kans op besmetting met seksueel overdraagbare aandoeningen sterk verkleinen.
Kan het gebruik van een vrouwencondoom deze kans verkleinen? En kan het gebruik van de prikpil deze kans verkleinen?

	Vrouwencondoom	*Prikpil*
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

2 Drie voorbehoedmiddelen zijn de prikpil, het spiraaltje en de NuvaRing.
Bij welk(e) van deze voorbehoedmiddelen berust de werking op het voorkomen van ovulaties?
A Alleen bij de prikpil.
B Alleen bij de prikpil en het spiraaltje.
C Alleen bij de prikpil en de NuvaRing.
D Bij de prikpil, het spiraaltje en de NuvaRing.

3 In afbeelding 98 is het voortplantingsstelsel van een gesteriliseerde man schematisch getekend.
Is deze man nog in staat een orgasme te krijgen? Zo ja, vindt er dan lozing van 'zaadvocht' plaats?
A Nee, deze man kan geen orgasme krijgen.
B Ja, maar bij een orgasme vindt geen lozing van 'zaadvocht' plaats.
C Ja, maar bij een orgasme bevat het 'zaadvocht' geen zaadcellen.

▼ Afb. 98

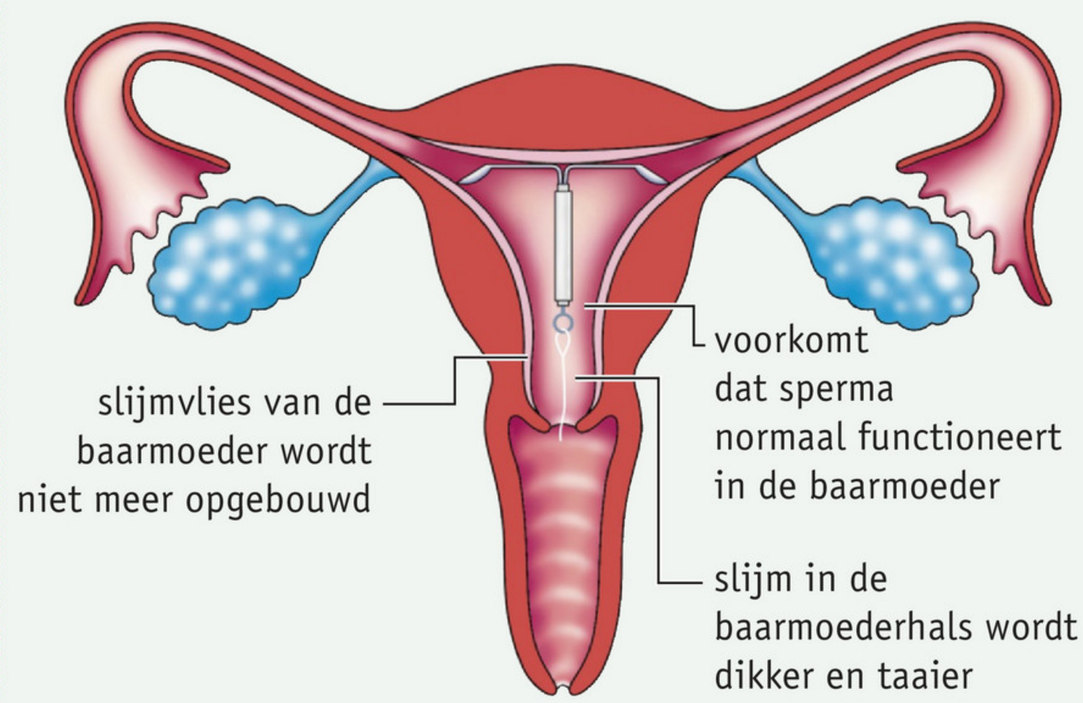


4 In afbeelding 99 is een bepaald merk voorbehoedmiddel weergegeven.
Welk type voorbehoedmiddel is hier weergegeven?
A Het koperspiraaltje.
B Het hormoonspiraaltje.
C Een sterilisatie.

▼ Afb. 99

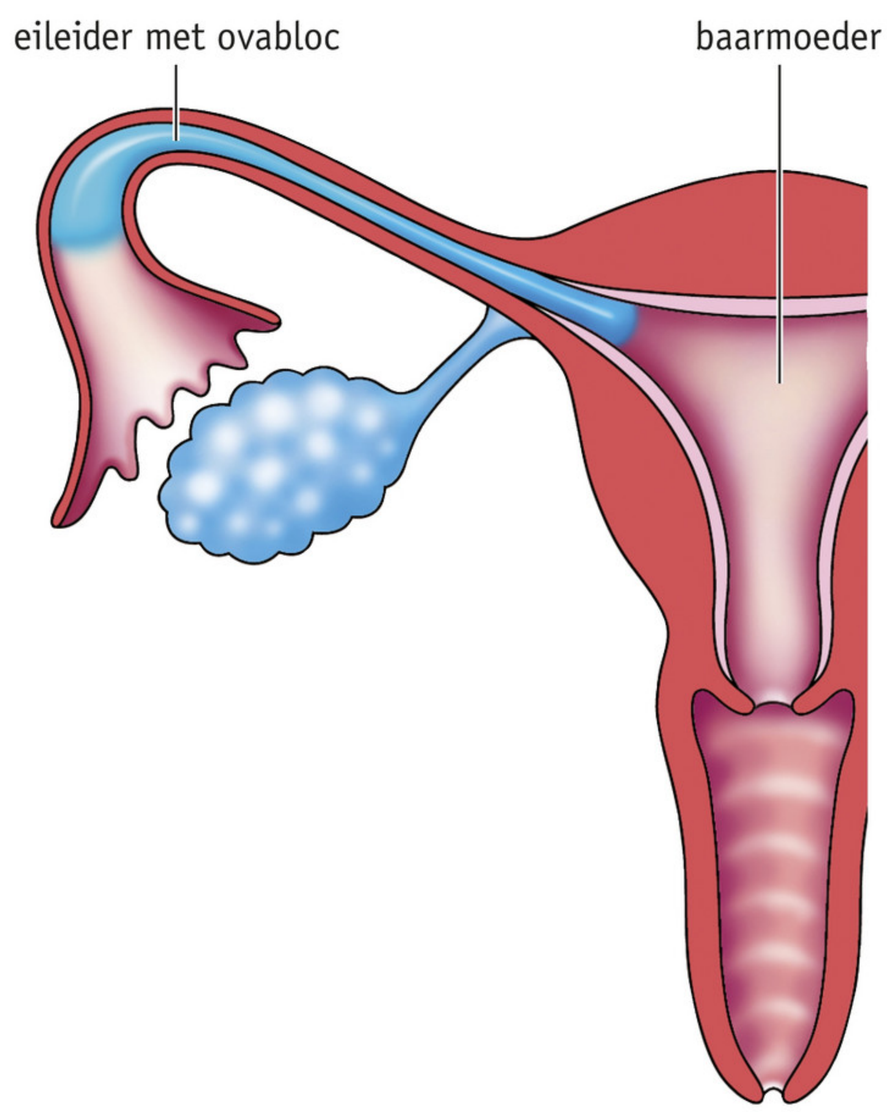
Hoe werkt een Mirena?

Door de lokale werking van Mirena zijn er weinig bijwerkingen. Het levonorgestrel wordt rechtstreeks in de baarmoeder afgegeven, waardoor er minder van de werkzame stof nodig is in vergelijking met de pil. De hoeveelheid werkzame stof die in het bloed en dus in de rest van het lichaam komt, is bij Mirena zelfs zestig tot honderd maal minder dan bij de anticonceptiepil. Daarom wordt de normale cyclus bij gebruik van Mirena niet verstoord. Een andere eigenschap van Mirena in vergelijking met de pil is dat u er niet elke dag aan hoeft te denken.



5 De ovabloc-methode is een manier om zwangerschap te voorkomen, waarbij de eileiders worden afgesloten met een rubberen plug (zie afbeelding 100).
Met welk voorbehoedmiddel komt de ovabloc-methode overeen?
- A Met het koperspiraaltje.
- B Met het hormoonspiraaltje.
- C Met een sterilisatie.

▼ **Afb. 100**



EXTRA DOELSTELLING 12

Beantwoord de volgende vragen.
1 Waardoor kun je genitale wratten niet bestrijden met antibiotica?
2 Een koortslip kan herpes genitalis veroorzaken. Beschrijf op welke manier dat kan gebeuren.
3 Leg uit dat gonorroe ernstige gevolgen kan hebben bij een vrouw wanneer de soa niet wordt behandeld.
4 In afbeelding 101 staat informatie over een soa. Bij welke soa hoort deze informatie?

▼ **Afb. 101**

Ziekteverschijnselen

Op de huid op of rondom de penis, de schaamlippen, de ingang van de vagina of rond de anus ontstaan rode plekjes die veranderen in blaasjes en zweertjes.

EXTRA DOELSTELLING 13

Beantwoord de volgende vragen.
In-vitrofertilisatie bestaat uit vier fasen.
1 Welke fase komt overeen met ovulatie?
2 Welke fase komt overeen met rijpende follikels?
3 Welke fase vindt plaats vlak voor de innesteling?
4 Welke fase vindt plaats buiten het lichaam van een vrouw?

De verrijkingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingsstof uit drie onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

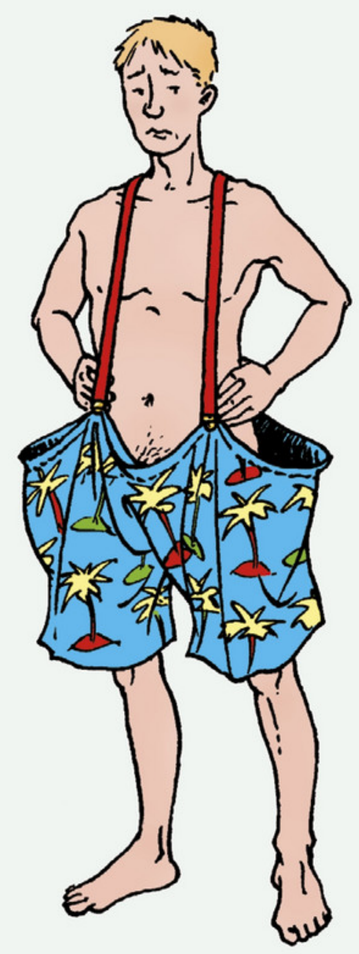
1 Onderzoeken vergelijken

In deze verrijkingsstof ga je onderzoeken vergelijken. Soms lijken de uitkomsten van verschillende onderzoeken elkaar tegen te spreken. Je gaat de uitkomst van twee onderzoeken vergelijken en beoordelen of ze elkaar tegenspreken.

▼ **Afb. 102**

Strakke slip is ongezond

Een nauwsluitende slip knelt niet alleen de geslachtsorganen af, maar heeft ook invloed op de kwaliteit van het sperma. Dat is althans de conclusie van onderzoekers in ziekenhuizen in Maastricht en Tilburg. De onderzoekers publiceerden in het medisch tijdschrift *The Lancet* de resultaten van een experiment bij een grote groep mannen, waarvan de helft maandenlang een strakke slip droeg en de andere helft een boxershort. Regelmatig werd het sperma van de mannen onderzocht. In het sperma van de boxershortdragers bleek de concentratie zaadcellen hoger te zijn dan in het sperma van de slipdragers. Ook bleek de beweeglijkheid van de zaadcellen bij boxershortdragers groter te zijn.



▼ **Afb. 103**

Slip koeler dan boxershort

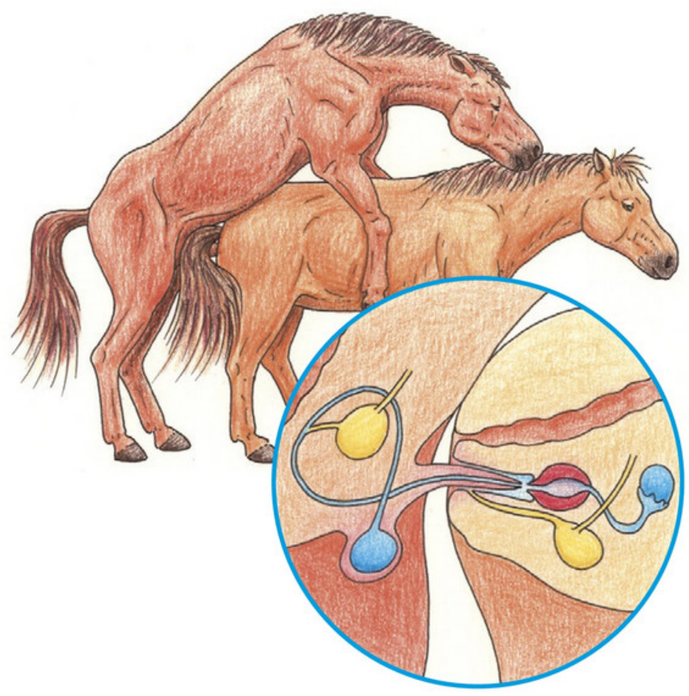
Uit eerder onderzoek is bekend dat de lagere temperatuur in de balzak gunstig is voor de ontwikkeling van zaadcellen. Het dragen van een strakke slip zou daarom ongezond zijn, omdat de balzak dan dichter tegen het lichaam ligt en de temperatuur van de balzak hoger zou zijn. Maar dat blijkt volgens Amerikaans onderzoek niet zo te zijn. Bij honderden mannelijke slipdragers en dragers van boxershorts werden de lichaamstemperatuur en de temperatuur van de balzak gemeten. Bij de slipdragers bleek de gemiddelde temperatuur van de balzak 33,6 °C te zijn; bij dragers van een boxershort gemiddeld 33,8 °C. De onderzoekers concludeerden dan ook dat het verhaal dat een strakke (onder)broek de vruchtbaarheid van mannen aantast door een hogere temperatuur van de balzak, een fabeltje is.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 175

2 Voortplanting bij dieren

In de basisstof is de voortplanting bij de mens behandeld. In deze verrijkingsstof leer je meer over de voortplanting bij dieren. Je gaat vragen beantwoorden en een schema overnemen en invullen.

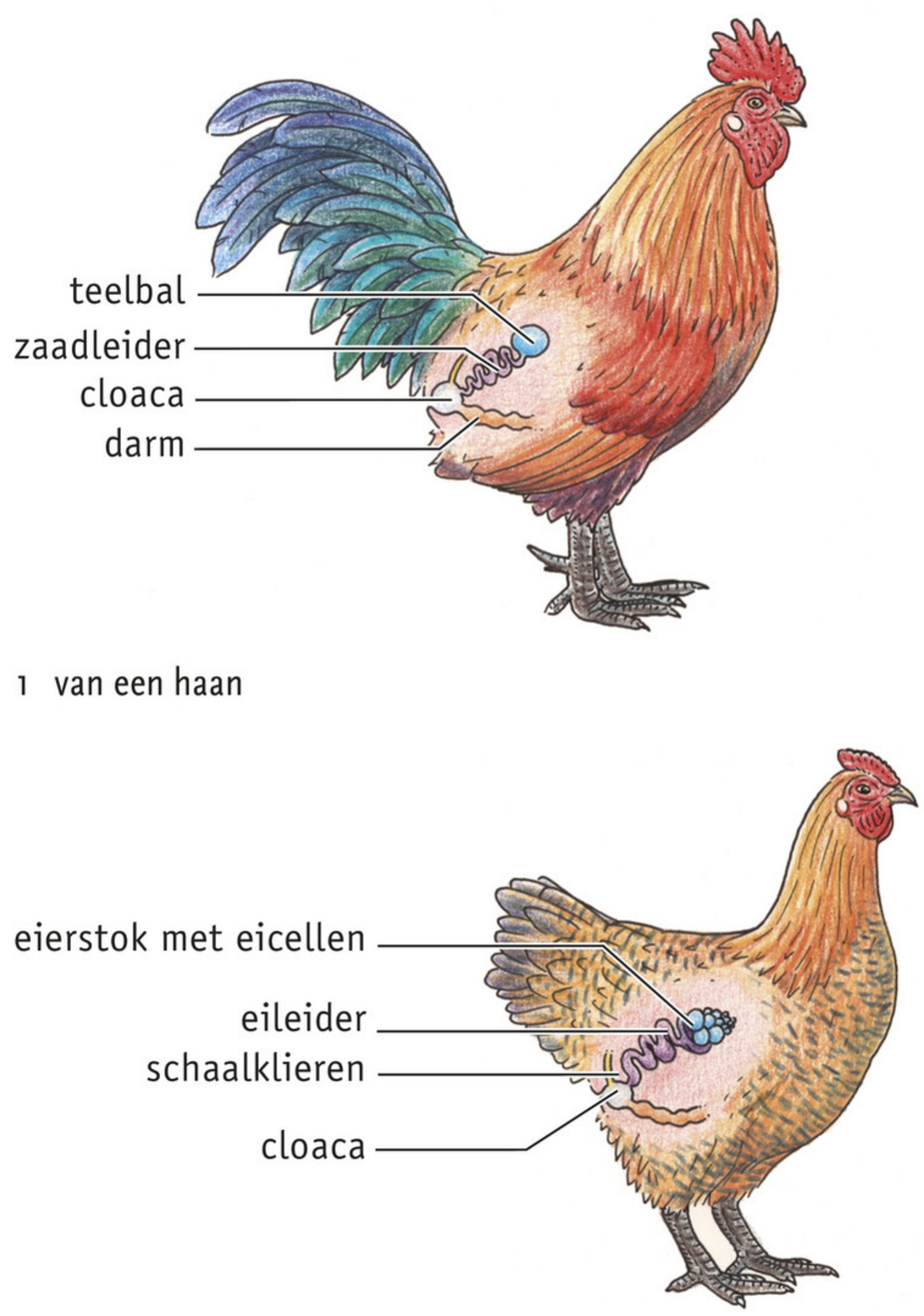
▼ **Afb. 104** Parende zoogdieren.



In de basisstof heb je geleerd dat bij de mens de kern van een zaadcel versmelt met de kern van een eicel. Bij dieren gebeurt dit ook. De bouw van de voortplantingsorganen van zoogdieren is vergelijkbaar met die van de mens. Bij zoogdieren vindt dan ook **paring** plaats net als bij de mens. Het mannetje brengt via zijn penis sperma in de vagina van het vrouwtje (zie afbeelding 104). Wanneer de bevruchting in het lichaam van het vrouwtje plaatsvindt, noemen we dat **inwendige bevruchting**.

Vogels hebben geen penis of vagina. Zowel mannetjes als vrouwtjes hebben een **cloaca**. In de cloaca monden bij een mannetje de zaadleiders uit. Bij een vrouwtje mondt de eileider uit in de cloaca (zie afbeelding 105). Bij beide monden in de cloaca ook nog de darm en de urineleiders uit.
Bij de paring (zie afbeelding 106) drukken het mannetje en het vrouwtje de cloacaopeningen tegen elkaar. Daardoor kunnen zaadcellen de eileider bereiken.

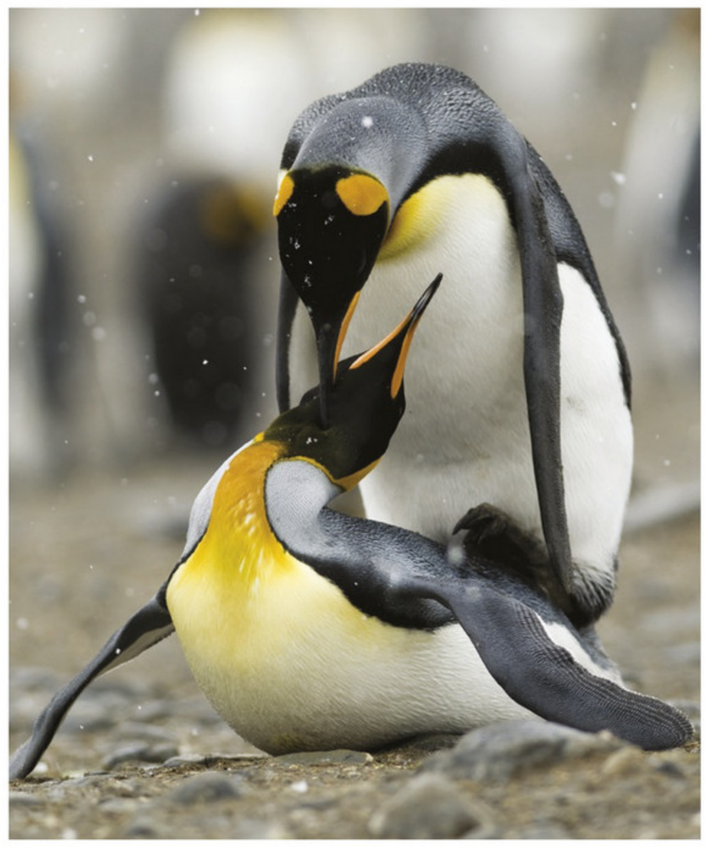
▼ **Afb. 105** Het voortplantingsstelsel van een kip (schematisch).



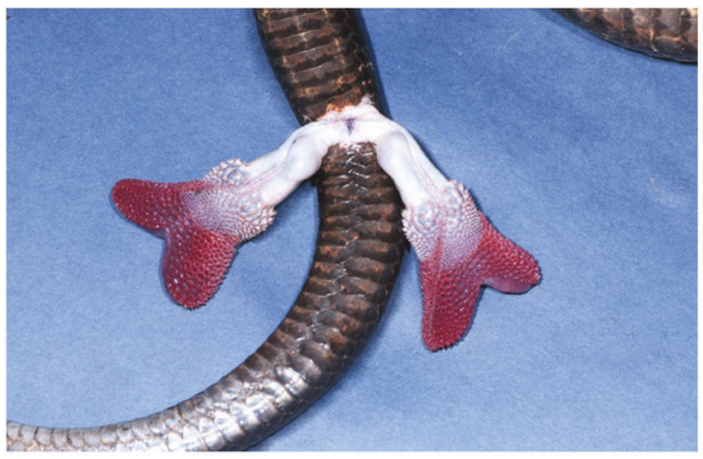
1 van een haan

2 van een hen

▼ **Afb. 106** Parende vogels.



▼ **Afb. 107** Hemipenissen van een slang.



Reptielen hebben meestal een lange staart, wat de paring bemoeilijkt. Daarom hebben veel reptielen (slangen en hagedissen) twee penissen. Elke penis wordt een hemipenis genoemd (zie afbeelding 107). Hierdoor kan het mannetje zowel links als rechts van de staart contact maken met een vrouwtje. Eén van de hemipenissen dringt de cloaca van het vrouwtje binnen (zie afbeelding 108).

Dieren die hun eieren op het land leggen, vormen een schaal om de eieren. Dat is nodig, omdat de eieren anders uitdrogen. Dieren die hun eieren in het water leggen, hoeven geen eischaal te vormen. Bij dieren die in het water leven, kan **uitwendige bevruchting** voorkomen. Zowel de eicellen als de zaadcellen worden dan in het water afgezet (zie afbeelding 109). De bevruchting vindt in het water plaats. Dit komt bijvoorbeeld voor bij vissen.

Bij kikkers zit het mannetje tijdens de paring boven op het vrouwtje (zie afbeelding 110). Het mannetje geeft zaadcellen af net op het moment dat het vrouwtje eicellen afzet. De bevruchting vindt plaats in het water. Het mannetje kan wel enkele dagen op het vrouwtje blijven zitten. Bij salamanders vindt de bevruchting plaats in de cloaca of in de eileiders.

▼ **Afb. 108** De paring van de zandhagedis laat de noodzaak van een dubbele penis zien.

▼ **Afb. 109** Kaviaar zijn de eitjes van de steur. Kaviaar wordt gegeten als (dure) delicatesse.

1 kaviaar

2 steur

▶ **Afb. 110** Parende kikkers.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 176

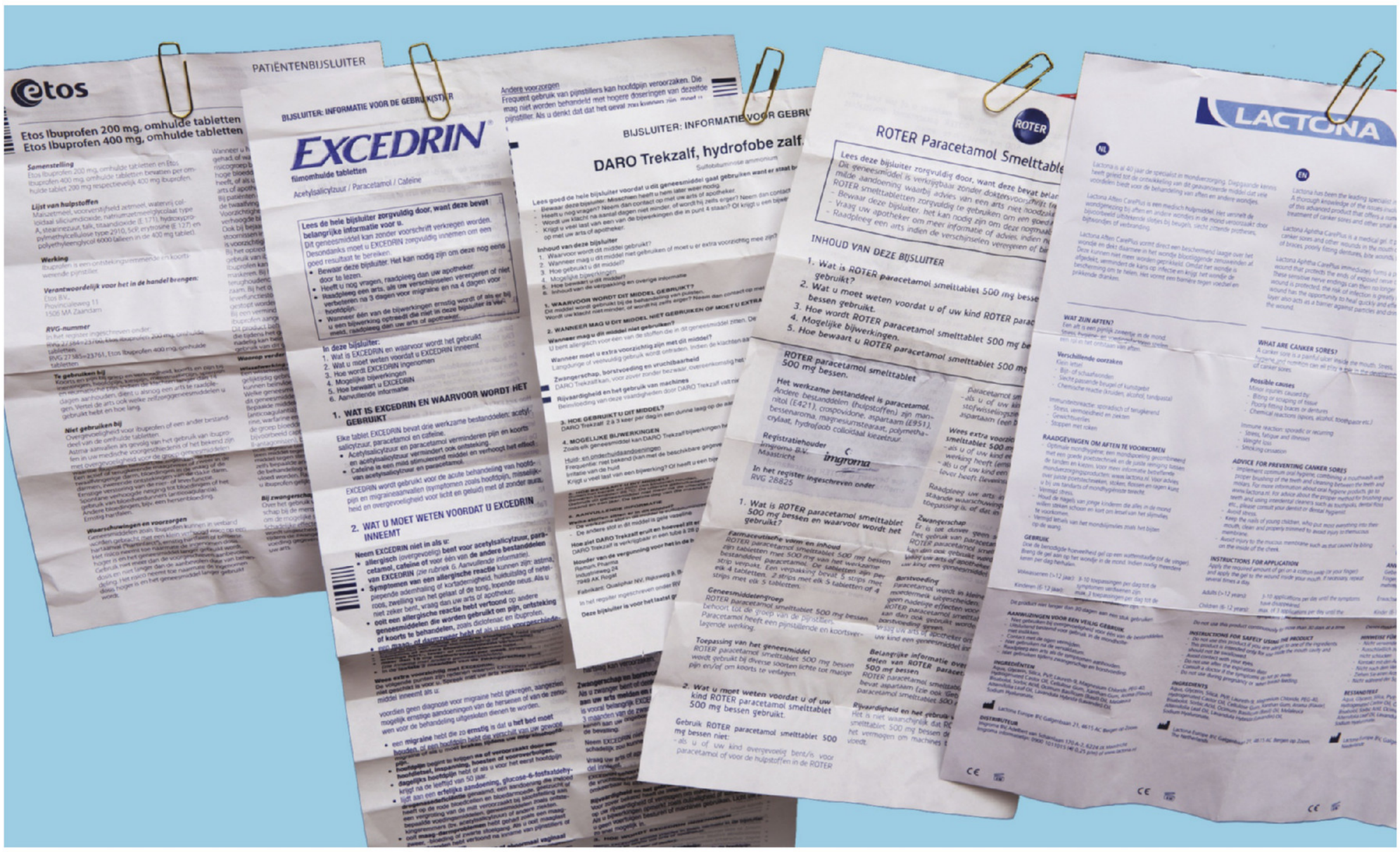
3 De bijsluiter van de pil

In de basisstof heb je geleerd dat de pil hormonen bevat die ervoor zorgen dat er bij de vrouw geen ovulaties meer plaatsvinden. Maar de pil gaat op meer manieren een zwangerschap tegen. Dat staat vermeld in de bijsluiter. In deze verrijkingsstof haal je informatie uit de bijsluiter van een bepaald merk van de pil. Je moet vragen beantwoorden.

In de basisstof heb je informatie gehaald uit de bijsluiter van een bepaald soort pil. Ieder medicijn heeft een bijsluiter (zie afbeelding 111). Dat is een papiertje waarop de werking van het medicijn staat beschreven. Ook staat erin hoe het medicijn moet worden ingenomen, wat de risico's zijn en wat de bijwerkingen kunnen zijn. In je werkboek is de bijsluiter van een bepaald merk van de pil weergegeven.

▼ **Afb. 111** Bijsluiters van medicijnen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 178



A

aanbevolen dagelijkse hoeveelheid ... 61
aanranding ... 173
abortus ... 178
abortuspil ... 178
adamsappel ... 19
additieven ... 56
ademvolume ... 31
aders ... 113
afvalstoffen ... 102
aids ... 187
alcohol ... 127
allergie ... 23, 26
allergische reacties ... 26
alleseters ... 78
alvleesklier ... 75
alvleessap ... 75
androgyn ... 172
angina pectoris ... 117
anorexia nervosa ... 66
anticonceptiemiddelen ... 174
anticonceptiepil ... 177
anticonceptiepleister ... 190
antigeen A ... 131
antigeen B ... 131
antigenen ... 124
antistoffen ... 124
anus ... 77
aorta ... 109
appendix ... 76
astma ... 23
atherosclerose ... 117

B

baarmoeder ... 165
balzak ... 161
bekerkraakbeentjes ... 30
beschermende stoffen ... 50, 52
bevalling ... 182
bevruchting ... 166, 196, 211, 212
bewaarvoorschrift ... 96
beweging ... 8
bijballen ... 162
bindweefsel ... 113
binge eating disorder (BED) ... 66
biseksueel ... 171
blijvende gebit ... 69
blindedarm ... 76
bloedalcoholgehalte (BAG) ... 129
bloeddruk ... 112, 116
bloederziekte ... 131
bloedfactoren ... 131
bloedplaatjes ... 105
bloedplasma ... 102
bloedsomloop ... 106, 107
bloedstolling ... 102
bloedtransfusie ... 133
bloedvaten ... 76, 106
bloedvatenstelsel ... 106, 114
boezems, samentrekken van de ... 110
borstbuis ... 120
boulimia nervosa ... 66
bouwstof ... 50, 51, 52
bovenste holle ader ... 109
brandstof ... 8, 50, 51
bronchiën ... 16
bypassoperatie ... 118

C

Cannabis sativa ... 130
cariës ... 70
carnivoren ... 78
cellulose ... 77, 78
cement ... 68
chlamydia ... 185
cholesterol ... 117
clitoris ... 167
cloaca ... 211
coeliakie ... 81
coïtus interruptus ... 174
condoom ... 176
conserveren ... 54

D

darmperistaltiek ... 73
darmplooien ... 76
darmsap ... 75
darmsapklieren ... 75
darmvlokken ... 76
dekweefsel ... 113
diarree ... 77
dikke darm ... 76
dode ruimte ... 31
donor ... 133
donorbloed ... 133
dotteren ... 117
drugs ... 129
druiper ... 195
dubbele bloedsomloop ... 107
dunne darm ... 75
dwarsligging ... 182

E

ECG ... 150

eetstoornis 66
eicellen 164
eicelpunctie 197
eierstokken 164
eikel 162
eileider 165
eisprong 165
eiwitten 51, 74, 75, 102
elektrocardiogram (ECG) 150
embryo 180
embryotransplantatie 197
emulgeren 75
endeldarm 77
energie 50
energierijke stof 11
E-nummer 96
enzym 72, 74
erectie 162
estimate 96
etter 105
expiratoir reservevolume 31

F
fertilisatie 196, 197
fibrine 131
fibrinogeen 102
foetus 180
follikel 164, 165
follikelstimulatie 197

G
gal 75
galblaas 75
galbuis 75
gaswisseling 20
gebitscorrectie 71
gebitselementen 68
geboorteregeling 174
geestelijke veranderingen 158
geestelijk afhankelijk 29
gele lichaam 165
genitale wratten 194
geslachtsgemeenschap 158, 163, 174
geslachtshormonen 161, 165
geslachtskenmerken 156, 157
geslachtsziekten 185
geurstoffen 56
gewenning 29, 130
gewrichten 61
glazuur 68
glucose 11
gluten 81
glycogeen 51
gonorroe 195
groeispurt 156
grote bloedsomloop 107
grote schaamlippen 168

H
haarvaten 112
haarvatennet 112
halvemaanvormige kleppen 110
hart- en vaatziekten 61, 116
hart 106
hartaanval 117
hartinfarct 117
hartkleppen 109
hartpauze 111
hartslag 110
harttussenwand 109
hemofilie 131
hemoglobine 104
herbivoren 78
herpes (genitalis, labialis) 194
herseninfarct 118
heteroseksueel 171
hiv 187
hiv-remmers 187
hoge bloeddruk 116
homoseksueel 171
hooikoorts 23, 25
hormonen 161, 164
hormoonklieren 161
hormoonspiraaltje 191
houdbaarheidsdatum 96
huig 18
hypofyse 161

I
immuniteit 126
immuun 126
immuunsysteem 124
incest 173
indicator 9
inenting 126
infectie 124
ingrediënten 96
innesteling 167, 179
inspanningstest 150
inspiratoir reservevolume 31
in-vitrofertilisatie (ivf) 196
inwendige bevruchting 211
ivf 196

J

joodoplossing ... 53

K

kamers, samentrekken van de ... 110
keelholte ... 16, 74
keizersnede ... 182
kieuwbogen ... 14
kieuwdeksel ... 14
kieuwholte ... 14
kieuwlamellen ... 14
kieuwplaatjes ... 14
klaarkomen ... 163
kleine bloedsomloop ... 107
kleine schaamlippen ... 167
kleppen ... 113
kleurstoffen ... 56
knipkiezen ... 79
knobbelkiezen ... 79
koolhydraten ... 51, 75
koolstofdioxide ... 9, 102
koolstofdioxidearm ... 20
koolstofdioxiderijk ... 20
koolstofmono-oxide ... 28
koortslip ... 194
koperspiraaltje ... 191
koudbloedige dieren ... 11
kraakbeenringen ... 19
kransaders ... 108
kransslagaders ... 108
kringspieren ... 73
kroon ... 68
kunstmatige immuniteit ... 126

L

lage bloeddruk ... 116
lengtespieren ... 73
lesbisch ... 171
lever ... 75
leverader ... 114
leverslagader ... 114
lichaamsvreemde stoffen ... 124
lichamelijk afhankelijk ... 29
lichamelijke veranderingen ... 156
licht ... 9
linkerboezem ... 109
linkerharthelft ... 106
linkerkamer ... 109
longaders ... 109
longblaasjes ... 16
longen ... 15
longhaarvaten ... 20
longslagaders ... 109
longvolume ... 31
loverboy ... 173
luchtpijp ... 16
luchtpijptakjes ... 16
lustbeleving ... 171
lymfe ... 120
lymfeklieren ... 121
lymfeknopen ... 121
lymfevaten ... 120
lymfevatenstelsel ... 120

M

maag ... 74
maagdenvlies ... 168
maagportier ... 74
maagsap ... 74
maagsapklieren ... 74
maandverband ... 169
masturbatie ... 163
meeroken ... 28
melkgebit ... 69
melkklieren ... 181
menstruatie ... 169
menstruatiecyclus ... 170
micro-organismen ... 54
mineralen ... 52
moederkoek ... 180
mondholte ... 16, 74
morning-afterpil ... 177

N

nageboorte ... 184
natuurlijke immuniteit ... 126
navelstreng ... 180
neusharen ... 17
neusholte ... 16
neusslijmvlies ... 16
nicotine ... 27
nieraders ... 122
nierbekken ... 123
nieren ... 122
niermerg ... 123
nierschors ... 123
nierslagaders ... 122
NuvaRing ... 190

O

oestrogenen ... 165, 170
omnivoren ... 78
onderbroken geslachtsgemeenschap ... 174
ondergewicht ... 61

onderste holle ader 109
ondervoeding 62
ongesteld zijn 169
ongewenste intimiteiten 173
ontlasting 77
ontsluiting 182
ontvanger 133
ontwenningsverschijnselen 29
opslagplaats, tijdelijke 74
orgasme 163
overgang 165
overgewicht 60
ovulatie 165

P

paring 211
partijcode 96
passief roken 28
penis 162
periodieke onthouding 174
peristaltische bewegingen 73
persweeën 182
P-golf 150
pil 177
pinda-allergie 81
placenta 180
planteneters 78
plasma-eiwitten 102
plooikiezen 78
polsslag 112
poortader 114
porno (pornografie) 171
prikpil 190
primaire geslachtskenmerken 156
productiecode 96
productinformatie 96
promille 127
prostaat 162
prostituee 171
puberteit 156
pus 105

Q

QRS-piek 150

R

reageerbuisbevruchting 196
rechterboezem 109
rechterharthelft 106
rechterkamer 109
rechterlymfestam 120
relatie 158, 171
reservestoffen 50, 51
restvolume 31
resusantigeen 151
resusfactor 151
resuskind 152
resusnegatief (Rh–) 151
resuspositief (Rh+) 151
resusziekte 152
reukzintuig 17
rode bloedcellen 103
roken 23

S

schaamlippen 167, 168
schede 166
schildkraakbeen 30
secundaire geslachtskenmerken 157
seksualiteit 158, 171
seksueel geweld 173
seksueel overdraagbare aandoeningen 185
seropositief 187
slagaders 112
slagaderverkalking 117
sleutel-slotprincipe 80
slijmproducerende cellen 16
slokdarm 74
smaakstoffen 56
soa's 185
soa-test 188
sociaal 160
speeksel 74
speekselklieren 74
sperma 162
spermacellen 161
spierpomp 114
spierweefsel 113
spiraaltje 191
stembanden 19, 30
stemspleet 30
stent 117
sterilisatie 192
stethoscoop 149
stigma's 13
strotklepje 18
strottenhoofd 16
stuitligging 182
suikerziekte 61

T

tampons 169
tandbeen 68
tandformule 68

tandholte ... 68
tandplak ... 70
tandsteen ... 71
tandvlees ... 68
teelballen ... 161
teer ... 27
tegenstroomprincipe ... 14
temperatuur ... 80
testosteron ... 161
T-golf ... 150
THC ... 130
tijdelijke opslagplaats ... 74
tolerantie ... 130
tongbeen ... 30
tracheeën ... 13
transgenders ... 172
transseksueel ... 172
travestiet ... 172
trilharen ... 17
trombose ... 105
twaalfvingerige darm ... 75

U

uitdrijving ... 182
uitwendige bevruchting ... 212
urine ... 123
urineblaas ... 123
urinebuis ... 123, 162
urineleiders ... 123
uterus ... 165

V

vaatgeruis ... 149
vaccin ... 126
vaccinatie ... 126
vagina ... 166
veganisten ... 64
vegetariërs ... 64
verbrandingsproducten ... 8
verkrachting ... 173
verliefd ... 158
verslaving ... 29, 130
verstandskiezen ... 69
verteren ... 67, 72
verteringsklieren ... 72
verteringsproducten ... 72
verteringssappen ... 72
verteringsstelsel ... 72
vetten ... 75
virussen ... 124
vitale capaciteit ... 31
vitaminen ... 52
vleeseters ... 78
vleesvervangers ... 64
voedingsmiddelen ... 49
voedingsstoffen ... 102
voedingswaarde ... 96
voedselallergie ... 81
voedselintolerantie ... 81
voedselvergiftiging ... 54
voorbehoedmiddelen ... 171
voorhuid ... 162
voortplanting ... 171
vrouwencondoom ... 191
vruchtvliezen ... 181
vruchtwater ... 181

W

warmbloedige dieren ... 11
warmte ... 8, 9
water ... 9, 52, 102
weeën ... 182
weefselvloeistof ... 120
werkzame stof ... 130
winterrust ... 45
winterslaap ... 12, 45
witte bloedcellen ... 104
wormvormig aanhangsel ... 76
wortels ... 68
wortelvlies ... 68

X

xtc ... 130

Z

zaadblaasjes ... 162
zaadcellen ... 161
zaadleiders ... 162
zaadlozing ... 162, 163
zelfbevrediging ... 163
ziekteverwekker, dode of verzwakte ... 126
zouten ... 52, 102
zoutzuur ... 74
zuigcurettage ... 178
zuivelproducten ... 49
zuurstof ... 9, 102
zuurstofarm ... 20
zuurstofrijk ... 20
zweepstaart ... 163
zwellichamen ... 162

AUTEURS
Arteunis Bos
Onno Kalverda
Ruud Passier
Hans Rawee
Rik Smale
Gerard Smits
Ben Waas

EINDREDACTIE
Arteunis Bos
Onno Kalverda

REDACTIE
Ivonne Hermens, PRosa Redactie, Grada Hooijer

ONTWERP
Uitgeverij Malmberg

OPMAAK
Pointer grafische vormgeving, Geldrop

BEELDRESEARCH
B en U International Picture Service, Amsterdam

FOTO'S EN ILLUSTRATIES
ANP Foto, Rijswijk: thema 1: 26; thema 3: 55.1, 55.2; thema 4: 47.2; Teun Berserik, Den Haag: thema 1: 41; thema 2: 1, 5, 22, 23, 28, 29, 47, 78; thema 3: 56; thema 4: 5 o, 7, 22, 37, 39, 41 l, 61, 62 o, 102, 103; Peter Boersma, Gouda: thema 2: 95; Buiten-Beeld, Nijkerk: thema 1: 66; Carolina Biological Supply Company / Phototake: thema 3: 7; Corbis: thema 1: 34; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 1: 4, 5, 8 (ill.), 12, 15.2, 16, 18, 33, 43, 44, 47, 58, 60, 63, 67; thema 2: 15, 24, 27, 46, 64, 82, 91; thema 3: 32, 54, 91.3; thema 4: 4, 12, 40 (ill.), 63, 65, 82, 93; Fresh Images / Reporters, Haarlem: thema 3: 36, 91.1; Getty Images: thema 1: 9; thema 3: 6, 45, 58 (efedrine); thema 4: 87; Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 1: 2; thema 2: 32, 39.3; thema 3: 24, 37, 58 (xtc, slaapmiddelen, paddo's); thema 4: 35, 47.1, 81 l; Image-select, Wassenaar: thema 1: 7.1; thema 3: 38, 58 (amfetaminen, ghb), 81; thema 4: 1, 5 b, 6 l, 6 r, 66, 72.1, 84, 97, 107, 108; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 3: 28, 35, 48.1, 69; thema 4: 2, 3, 76, 77, 79, 80, 83, 89; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 1: 6, 36; thema 2: 3.1, 3.2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17.1, 17.2, 17.3, 17.5, 17.8, 18, 19.1, 19.2, 55, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 79, 93.1, 93.2, 94; thema 4: 68, 69; Nationale Beeldbank, Amsterdam: thema 1: 27; thema 3: 31, 58 (wiet), 72; Dr. Y. Nikas / Phototake: thema 4: 48; Picture-Alliance, Frankfurt: thema 3: 68; Corina van Riel: thema 4: 92; Science Photo Library / ANP Foto, Rijswijk: thema 1: 15.1, 32, 49.1, 49.3; thema 2: 17.7, 42.1, 43.1; thema 3: 1, 4, 10, 11, 12, 13, 19 (foto's), 23.2, 25, 34, 61 (foto), 64, 65 (foto's), 78, 91.2; thema 4: 15.2, 18, 53.1, 53.2, 53.3, 53.4, 72.2; Shutterstock: thema 1: 1, 7.2, 8 (foto's), 10.3, 13, 19, 31, 45, 48.1, 48.2, 49.2, 61, 64, 65; thema 2: 2 (kaart en foto's), 4, 16, 17.4, 17.6, 33, 34, 36, 38, 44, 63, 65, 66, 67, 69, 81, 83, 87, 88, 89.1; thema 3: 22, 48.2, 52, 53, 58 (cocaïne, heroïne), 60, 67, 76, 77, 86, 92; thema 4: 32, 33.1, 33.2, 33.3, 34, 40 (foto), 57, 59, 60, 78, 81 r, 96.1, 96.2, 106, 109.1, 109.2, 110; Soa Aids Nederland / Aids Fonds / Stop Aids Now!: thema 4: 64; Studio Oostrum, Den Haag: thema 4: 8, 16; Bas Teunis, Eindhoven: thema 1: 11, 46, 62; thema 2: 60 (koe, hond, varken); thema 4: 104, 105; Thinkstock: thema 3: 55.3, 90; Vegetariërsbond, Amsterdam: thema 2: 30; Voedingscentrum, Den Haag: thema 2: 20; Voermans Van Bree Fotografie, Arnhem: thema 1: 3, 40; thema 2: 50; thema 4: 29, 36 (model is geen slachtoffer seksueel geweld), 42.1, 42.2, 43, 50, 70, 111; Henk van der Vrande: thema 1: 10.2, 20.1, 21, 22.1, 25, 53; thema 2: 13, 14, 37; thema 3: 15, 29, 30, 65 (ill.), 88; thema 4: 19, 21, 31, 38, 49, 74.2, 85, 90, 94, 98, 99, 100

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN
omslag: leguaan, Corbis
thema 1: snorkelaar, Shutterstock
thema 2: schoolkantine, ANP Foto
thema 3: rode bloedcellen, 123RF
thema 4: handen, Getty Images

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 94 020 5752 2
Zevende editie, vierde oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.
© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS
Arteunis Bos
Onno Kalverda
Ruud Passier
Hans Rawee
Rik Smale
Gerard Smits
Ben Waas

- Dit boek is van jou.
- Je mag in dit boek schrijven en aantekeningen maken.
- Je hebt ook toegang tot de online leeromgeving.

ISBN 978 94 020 5752 2
9 789402 057522
589150

MALMBERG